



Ana Cristina Silva Brazão

Licenciada em Química

Políticas para a Promoção da Eficiência Energética na Indústria Portuguesa

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador: João Joanaz de Melo, Professor Auxiliar com Agregação, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

Presidente: Prof. Doutor Rui Jorge Fernandes Ferreira dos Santos
Arguente: Doutor Artur Álvaro Laureano Homem da Trindade



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Novembro de 2012

DIREITOS DE CÓPIA

Políticas para a Promoção da Eficiência Energética na Indústria Portuguesa © em nome de Ana Cristina Silva Brazão da FCT – UNL.

“A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.”

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer em primeiro lugar ao Prof. Doutor João Joanaz de Melo, pelo professor, orientador e exemplo que é.

À ADENE – Agência para a Energia, na pessoa de Eng^o João Paulo Calau, Director de Auditoria à Indústria, pela disponibilidade, partilha de informação e transmissão de conhecimentos. O acompanhamento prestado à realização deste trabalho foi essencial na compreensão de vários assuntos relacionados com esta temática e a partilha de ideias fundamental para o estudo e formulação de políticas de apoio às indústrias.

À DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia, nas pessoas de Eng^o João Correia Bernardo e Eng^a Marisa Seixas, da Direcção de Serviços de Renováveis, Eficiência e Inovação. A sua disponibilidade e ajuda foram um elemento essencial para a realização desta tese.

À EWEN – Gestão de Energia e Ambiente, Lda., nas pessoas de Eng^o Rui Almeida e o técnico de gestão José Lourenço, pela disponibilidade no fornecimento de informação referente a auditorias e planos de racionalização energéticas.

À IFDR – Instituto Financeiro para o Desenvolvimento Regional, IP, nas pessoas de Eng^a Margarida Cabral e Eng^a Isabel Gonçalves, pela disponibilização de informação referente à atribuição de fundos comunitários a projectos de energia, bem como o auxílio prestado na compreensão do mecanismo de atribuição de verbas.

À minha Família, pela paciência e ensinamentos, mas sobretudo, por serem sempre os primeiros e os últimos a aplaudir. A vós, vos dedico esta e as restantes vitórias.

Ao Diogo, por sempre inspirar o que de melhor há em mim, e sobretudo, por fazer parte de mais uma de tantas etapas.

A todos os meus amigos. Aqueles que, mesmo quando não estão, estão. Vocês sabem quem são, pelo que resta apenas deixar-vos um grande Obrigado, Grazie mille, Danke schon, Merci beaucoup, Terima kasih e Schoukran.

RESUMO

A eficiência energética funciona como motor de desenvolvimento económico. Em sectores energeticamente intensivos como a indústria transformadora, desempenha um papel vital na redução de gases de efeito estufa (GEE). Apesar dos benefícios, vários estudos demonstram que estas tecnologias não são implementadas devido a várias barreiras.

Em Portugal, o único programa de incentivos nacional, o SGCIE, é destinado apenas a IEI (consumo energético superior a 500 tep/ano). Contudo, deixar de fora as PMI, que se deparam com barreiras estruturais e financeiras, significa ignorar um potencial de melhoria significativo.

O presente trabalho estuda políticas e estratégias que visem a promoção de investimentos em medidas de URE. A metodologia foi baseada na realização de inquéritos e consulta de auditorias energéticas e PREn; permitiu obter uma amostra de 52 instalações, representando cerca de 2 % dos consumos energéticos do sector a nível nacional.

As diferenças entre IEI e PMI foram analisadas em termos de potencial de redução energética das tipologias de medidas implementadas ou não implementadas, respectivos PRI e custo de investimento face à energia poupada.

Para as PMI, os PRI das medidas implementadas são menores do que para as IEI, e para as não implementadas, o potencial de redução energético é muito superior. Este resultado é explicado pelas barreiras identificadas, concluindo-se que as PMI não investem por dificuldades de acesso a capital e as IEI por riscos associados ao investimento.

A análise da aplicação da reforma fiscal ambiental consistiu na aplicação de uma taxa energética à electricidade, destinada a financiar um Fundo de Eficiência Energética. Esta permitiria, através de uma dedução em sede de IRC dos investimentos, reduzir o respectivo PRI. Concluiu-se que seriam necessários acréscimos de apenas 2,8 % para IEI, e 0,7 % para PMI, do custo total da electricidade, de modo a deduzir os investimentos em 45,3 e 44,5 % respectivamente.

TERMOS CHAVE: Eficiência energética, indústria transformadora, reforma fiscal ambiental.

ABSTRACT

Energy efficiency acts as an engine of economic development. In energy intensive sectors such as the manufacturing industry, efficiency plays a vital role in the reduction of greenhouse gases (GHG). Despite the benefits, several studies demonstrate that these technologies stay unimplemented due to several barriers.

In Portugal, the national incentive programs support only energy intensive industries (consumption superior to 500 toe/year). Leaving out the industrial SME, that suffer significant structural and financial barriers, means to ignore a significative part of improvement potential.

The present work examines policies and strategies aimed at promoting investment in energy efficiency measures. The methodology was based on surveys and energy audits consultation; the total sample included 52 industrial facilities, representing approximately 2 % of national energy consumption in the sector.

The differences between large industries and smaller ones was analyzed in terms of energy reduction potential of different types of implemented or non-implemented measures, payback periods and investment cost compared to energy saved.

Comparing to larger industries, the smaller have implemented measures with lower payback periods; for non-implemented ones, the energy reduction potential is much more significant. This result is explained by the identified barriers, demonstrating that the smaller industries did not invest due to lack of capital, and the larger ones due to the risk investment risks.

The analysis of the implementation of environmental tax reform consisted in implementing an energy tax on electricity, intended to finance an Energy Efficiency Fund. This would allow reducing the payback periods through a deduction of investments on the corporate tax. The results show that, by increasing the electricity total costs in 2.8% to large industries and 0.7 % in smaller ones, it would be possible to reduce investments in 45.3 and 44.5%, respectively.

KEYWORDS: energy efficiency, manufacturing industry, environmental tax reform.

ÍNDICE

Índice de figuras	xiv
Índice de Quadros	xvi
1. Introdução	1
1.1 Objectivos e âmbito	4
1.2 Organização da dissertação	4
2. Revisão de literatura	7
2.1 Energia e Ambiente.....	7
2.1.1 Impactes ambientais da produção e consumo de energia	7
2.1.2 Eficiência energética: vantagens.....	9
2.2 Indústria Transformadora	10
2.2.2 Caracterização geral.....	10
2.2.2 Eficiência energética na indústria transformadora	11
2.2.3 Medidas de utilização racional de energia (URE).....	12
2.3 Identificação e implementação de medidas.....	13
2.3.1 Gestão de energia.....	13
2.3.2 Identificação do potencial de poupança	14
2.3.3 Implementação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA)	15
2.4 Estratégias de promoção da eficiência energética na indústria.....	16
2.4.1 Tipos de instrumentos de política de ambiente.....	16
2.4.2 Barreiras à melhoria da eficiência energética.....	21
2.4.3 Linhas de orientação para a formulação de políticas.....	25
2.5 Portugal e Europa: estado da arte e oportunidades de melhoria	27
2.5.1 Estudo de políticas energéticas industriais.....	27
2.5.2 Análise da políticas energéticas	27
2.5.3 A estrutura industrial portuguesa	29
2.6 Casos de estudo	33
2.6.1 Programa Sueco para a energia industrial das PMI.....	33

2.6.2	A Alemanha e a aplicação de ecotaxas.....	33
3.	Metodologia	35
3.1	Descrição geral.....	35
3.2	Caracterização do consumo energético da indústria transformadora nacional....	36
3.3	Caracterização da eficiência energética da indústria nacional	38
3.3.1	Tarefas	38
3.3.2	Revisão da aplicação do programa SGCIE.....	38
3.3.3	Inquéritos	40
3.3.4	Tratamento Estatístico	43
3.4	Avaliação de políticas e estratégias de promoção à eficiência energética	44
3.4.1	Revisão do apoio ao investimento	44
3.4.2	Aplicação da Reforma Fiscal Ambiental (RFA)	45
4.	Resultados e discussão	49
4.1	Caracterização do consumo energético da indústria transformadora nacional....	49
4.2	Caracterização da eficiência energética da indústria nacional	51
4.2.1	Considerações Gerais	51
4.2.2	Análise da tipologia de medidas	53
4.2.3	Caracterização geral da amostra	54
4.2.4	Balanço de medidas implementadas e não implementadas.....	56
4.2.5	Drivers e disturbing factors da eficiência energética.....	67
4.3	Avaliação de políticas e estratégias de promoção à eficiência energética	70
4.3.1	Revisão do apoio ao investimento	70
4.3.2	Aplicação da Reforma Fiscal Ambiental (RFA)	71
5.	Conclusões.....	77
5.1	Síntese e balanço do trabalho desenvolvido	77
5.2	Principais recomendações e estudos futuros	77
5.2.1.	Revisão do SGCIE.....	80
5.2.2	Acordos voluntários por parte da indústria transformadora.....	81
5.3	Considerações Finais.....	81

6. Referências bibliográficas	83
Anexo I	89
Anexo II	95
Anexo III	107
Apresentação do inquérito	107
Nota explicativa	118
Anexo IV	119
Anexo V	135
Anexo VI	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Consumo energético final da EU-27 em 2009, por sector de actividade (Adaptado de: Eurostat, 2011).....	1
Figura 1.2 - Benefícios financeiros e ambientais associados à redução do consumo energético, para uma dada instalação industrial (Fonte: ABB, 2010).....	2
Figura 1.3 – Relação entre consumo energético total e por unidade de VAB indústria nacional com o PIB nacional, entre 2000 e 2010 (Adaptado de: DGEG, 2011; INE, 2012).....	3
Figura 2. 1 - Fornecimento total mundial de energia primária, entre 1971 e 2009, por tipo de combustível (Mtep) (Fonte: IEA, 2011).....	8
Figura 2.2 - Dependência energética externa nos estados membro da União Europeia - 27, em 2009 (Adaptado de: Eurostat, 2011).....	9
Figura 2.3 - Quota do consumo final de energia nacional (%) por sector de actividade económica, em 2009 (Fonte: INE, 2009).....	10
Figura 2.4 - Quota de consumo de energia final, consoante os sub-sectores da indústria transformadora, em 2010 (Fonte: DGEG, 2010).....	11
Figura 2.5 - Consumo energético do total de indústria transformadora da EU-27 e nacional, por fonte energética, em 2009 (Fonte: Eurostat, 2011).....	12
Figura 2.6 - Tipologia de medidas aplicáveis à indústria transformadora portuguesa (Fonte: SGCIE-ADENE, 2010).....	13
Figura 2.7- Impacto das medidas e instrumentos na promoção da eficiência energética na indústria, para a União Europeia, desde 1990 (ODYSSEE e MURE, 2009).....	26
Figura 2.8 - Número de medidas aplicadas à indústria na União Europeia, por país (Fonte: ODYSSEE MURE, 2009).....	28
Figura 2.9 - Esquema de incentivos a indústrias abrangidas pelo SGCIE, de acordo com o consumo energético anual (tep/ano) (Fonte: SGCIE, 2012b).	30
Figura 2.10 - Critérios para a definição de micro, pequena e média empresa (Fonte: CE, 2006).	31
Figura 3.1 - Esquema geral do processo metodológico.....	35
Figura 4.1 - Esquematisação do sistema de divulgação do inquérito.	52
Figura 4. 2 – Caracterização dos consumos energéticos das IEI e PMI presentes na amostra total, consoante a fonte energética.....	56
Figura 4.3 - Potencial de redução dos consumos energéticos implementado e não implementado, para IEI e PMI.	56

Figura 4.4 - Potencial de poupança energética identificado para IEI e PMI, consoante a tipologia de medidas.....	58
Figura 4.5 - Tratamento estatístico dos PRI identificados das medidas implementadas e não implementadas, para as IEI e as PMI.	60
Figura 4.6 - Redução de emissões de CO ₂ eq identificado para medidas implementadas e não implementadas, de indústrias IEI ou PMI.....	62
Figura 4.7 - Número de medidas implementadas e não implementadas pelas IEI e pelas PMI, consoante a tipologia de medidas de URE.....	63
Figura 4.8 - Classificação média do grau de importância de cada critério, para o total das	68
Figura 4.9 - Tratamento estatístico da classificação atribuída a cada um dos critérios citados no inquérito.....	68
Figura 4.10 - Identificação das barreiras à implementação de medidas de URE.....	69
Figura 4.11 - Tratamento estatístico dos valores de dedução no IRC, tendo PRI _μ , para as IEI e as PMI.....	74
Figura 4.12 - Tratamento estatístico dos valores da taxa energética à electricidade, tendo PRI _μ , para as IEI e as PMI.....	74
Figura III.1 – Nota explicativa do inquérito.....	118

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Exemplos de medidas aplicáveis ao sector da indústria transformadora, consoante o instrumento de regulação directa (Adaptado de: Antunes e Videira, 2011a).....	17
Quadro 2.2 - Tipologias de instrumentos de mercado e exemplos de medidas aplicados à promoção da eficiência energética na indústria transformadora.....	18
Quadro 2.3 - Medidas aplicáveis ao sector da indústria	20
Quadro 2.4 – Barreiras à melhoria do desempenho energético	21
Quadro 2.5 - Classificação dos critérios e barreiras à implementação de medidas de melhoria do desempenho energético, em instalações IEI e PMI.	24
Quadro 2.6 - Linhas de orientação para a formulação de políticas energéticas	25
Quadro 2.7 - Indicadores das PME no sector de actividade C –Indústria transformadora, no ano de 2008 (Adaptado de: INE, 2010)	32
Quadro 3.1 - Correlação entre classificação de actividade indústrias da DGEG e códigos CAE – rev. 3 (Fonte: DGEG, 2010; INE, 2007).....	37
Quadro 3.2 – Perguntas do inquérito disponível <i>online</i>	41
Quadro 3.3 – Lista de medidas de URE aplicáveis à indústria nacional	42
Quadro 3.4 – Pressupostos admitidos para a aplicação do teste <i>t</i> de Student.	44
Quadro 3.5 - Fórmulas utilizadas no tratamento dos casos de estudo.....	47
Quadro 4.1 - Listagem do número de indústrias transformadoras registadas no CELE, no período 2008 – 2012 (Adaptado de: APA-TEGEE, 2012).....	49
Quadro 4.2 – Representatividade dos consumos energéticos das instalações industriais registadas no SGCIE e no CELE, no ano de 2010 (Adaptado de: APA, 2011; APA, 2012b; SGCIE-ADENE, 2012).....	50
Quadro 4.3 - Resultados da análise do programa SGCIE (Adaptado de: SGCIE-ADENE, 2012).....	53
Quadro 4.4 - Caracterização da amostra, segundo classificação de actividade, realização de auditoria energética e toneladas de CO ₂ emitidas anualmente.	54
Quadro 4.5 – Caracterização energética das medidas implementadas e não implementadas pelas IEI e PMI da amostra.....	59
Quadro 4.6 - Caracterização do desempenho ambiental das medidas implementadas e não implementadas pelas IEI e PMI da amostra.	61
Quadro 4.7 - Medidas de URE mais frequentemente adoptadas pelas IEI da amostra.....	64
Quadro 4.8 - Medidas de URE mais frequentemente não adoptadas pelas IEI da amostra.	65

Quadro 4.9 - Medidas de URE mais frequentemente adoptadas pelas PMI da amostra.....	66
Quadro 4.10 - Medidas de URE mais frequentemente não adoptadas pelas PMI da amostra.	67
Quadro 4.11 - Revisão dos fundos de apoio no quadro da energia e para a eficiência energética na indústria transformadora nacional.	70
Quadro 4.12 - Ensaio da dedução de IRC e aplicação.....	72
Quadro 4.13 - Ensaio da dedução de IRC e aplicação.....	73
Quadro I.1- Lista de MT e MS aplicáveis à melhoria da eficiência energética na indústria Portuguesa (Fonte: SGCIE-ADENE, 2010).....	89
Quadro I.2 – Lista explicativa de tecnologias aplicáveis à melhoria da eficiência energética na indústria transformadora Portuguesa (Adaptado de: ADENE, 2004; da Silva, 2011; INTERREG III A, 2007; SGCIE-ADENE, 2010).....	91
Quadro II.1– Lista de medidas transversais (MT) identificadas na análise do conjunto de respostas da amostra.....	96
Quadro II.2 - Lista de medidas sectoriais (MS) identificadas na análise do conjunto de respostas da amostra.	103
Quadro IV.1 - Caracterização da amostra, segundo os consumos energéticos (tep).....	120
Quadro IV.2 - Caracterização da amostra, segundo as medidas implementadas.	122
Quadro IV.3 - Caracterização das medidas implementadas, segundo o PRI (anos) e a economia de energia (tep).....	124
Quadro IV.4 Caracterização das medidas implementadas, segundo a redução de emissões de tCO ₂ eq.	126
Quadro IV.5 - Caracterização da amostra, segundo as medidas não implementadas.	128
Quadro IV.6 - Caracterização das medidas não implementadas, segundo o seu PRI (anos) e a economia de energia (tep).	130
Quadro IV.7 - Caracterização das medidas não implementadas, de acordo com a redução de emissões de tCO ₂ eq.	132
Quadro VI.1 - Caracterização da medida MT4.5a, não implementada pela indústria nº11	137
Quadro VI.2 - Cash-flow da dedução em sede de IRC e aplicação da Eco taxa energética, para a medida MT4.5a, não implementada pela indústria nº 11.	138

LISTA DE ABREVIATURAS

ACV – Análise ciclo de vida
APA – Agência Portuguesa do Ambiente
CAE – Classificação Portuguesa de Actividades Económicas
CE – Comissão Europeia
CEE – Consumo Específico de Energia
CELE - Comércio Europeu de Licenças de Emissão
CIE - Instalações consumidoras intensivas de energia
COV – Composto Orgânico Volátil
CPN - Contrapartida Pública Nacional
CSC – Captura e Sequestro de Carbono
DEE – Directiva de Eficiência Energética
DGEG – Direcção-Geral de Energia e Geologia
DSE – Directiva dos Serviços Energéticos
DT – Direitos Transaccionáveis de emissão
FEE - Fundo de Eficiência Energética
GEE – Gases de Efeito de Estufa
IC – Intensidade Carbónica
ICI – Instalações Consumidoras Intensivas
ID – Indicadores de Desempenho
IE – Intensidade Energética
IEI – Indústrias energeticamente intensivas
IFDR – Instituto Financeiro para o Desenvolvimento Regional
IRC – Imposto sobre o Rendimento de pessoas Colectivas
ISP – Imposto sobre Petrolíferos e energéticos
MAPE - Medida de Apoio ao Aproveitamento do Potencial Energético e Racionalização de Consumos
MS – Medidas sectoriais
MT – Medidas transversais
MTDS – Melhores tecnologias disponíveis
PMI– Pequenas e médias indústrias
PNAEE – Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
PNALE – Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão
PREn - Planos de Racionalização do Consumo de Energia
PRI - Período de retorno do investimento
PVU – Período de vida útil
QCA - Quadro Comunitário de Apoio
QREn - Quadro de Referência Estratégico Nacional
REAI - Regime do Exercício da Actividade Industrial
RFA – Reforma Fiscal Ambiental
RGCE - Regulamento de Gestão do Consumo de Energia

SEURE - Sistema de Estímulos à Utilização Racional de Energia e ao Desenvolvimento de Novas Formas de Energia

SG – Sistemas de Gestão

SGA – Sistemas de Gestão Ambiental

SGCIE - Sistema de Gestão de Consumos Intensivos Energéticos

SGE – Sistemas de Gestão Energético

SIURE - Sistemas de Incentivos à Utilização Racional de Energia

VAB – Valor Acrescentado Bruto

VAB_{cf} - Valor Acrescentado Bruto ao custo de factores

VAB_{pm} - Valor Acrescentado Bruto a preços de mercado

VEV – Variador electrónico de velocidade

1. INTRODUÇÃO

“Deixem-me citar o recurso mais escasso de todos: tempo. Estamos a ficar sem tempo. Tempo para combater os impactos das alterações climáticas. Tempo para assegurar um crescimento verde, sustentável e climaticamente resiliente. Tempo para gerar uma revolução de energia limpa... Precisamos dessa revolução. De pensamento revolucionário. De acção revolucionária. Uma revolução de mercados livres para que seja atingida a sustentabilidade à escala mundial.”

(Secretário-Geral da ONU, Ban Ki-moon, 2011)

1.1 Enquadramento

A sociedade moderna depende largamente dos materiais produzidos pela indústria transformadora. Quer directamente, através das indústrias alimentar ou têxtil, com a aquisição de bens e produtos essenciais à nossa existência; quer indirectamente, através das indústrias cimenteira, metalúrgica ou petroquímica, que nos permitem construir as nossas habitações ou deslocar-nos nos nossos transportes (Tanaka, 2008).

A forte dependência que temos deste sector de actividade é responsável por múltiplos impactos ambientais directos e indirectos (Dincer, 1999). A análise de cenários para 2050 demonstra que os custos associados ao risco de inacção face à geração de poluição atmosférica, e consequentes impactos sobre a saúde humana, poderão vir a representar 3 % do PIB – Produto Interno Bruto – das principais economias mundiais. Adicionalmente, a crescente procura de recursos naturais deste sector poderá vir a ter tremendos impactos sobre a capacidade regenerativa de matérias-primas e sobre o próprio preço final dos bens produzidos (UNEP, 2011).

Um dos principais impactos deste sector passa pelo elevado consumo energético. A nível mundial, é o responsável pela maior parcela de consumo energético, tendo este vindo a aumentar (Palm e Thollander, 2010). A nível Europeu, apesar da realidade ser já um pouco diferente, o peso da indústria na EU-27 é ainda bastante significativo, como demonstra a figura 1.1 (Eurostat, 2011).

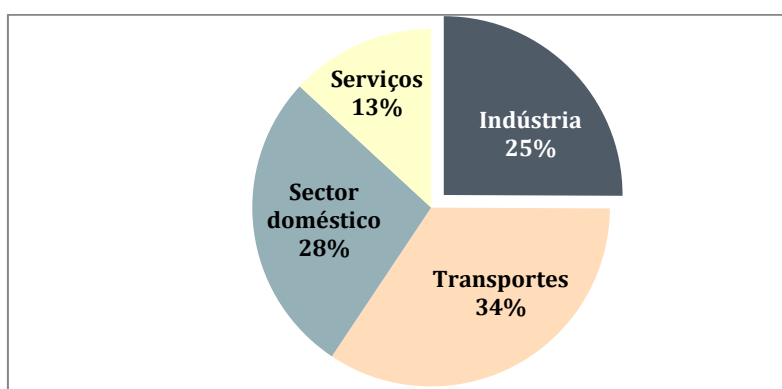


Figura 1.1 - Consumo energético final da EU-27 em 2009, por sector de actividade (Adaptado de: Eurostat, 2011).

O grande consumo energético da indústria e o enorme potencial para a sua redução, fazem com que a aposta em eficiência energética seja cada vez mais importante. Para além das vantagens

óbvias, associadas à redução dos custos e à melhoria da segurança energética, existem outras de cariz económico e ambiental (Tanaka, 2011). Ao primeiro, encontra-se associado o aumento das vantagens competitivas, ao permitir reduzir o grau de vulnerabilidade das empresas a flutuações dos preços energéticos nos mercados internacionais (Eurostat, 2009). E ao segundo, a mitigação das alterações climáticas, com a redução das emissões de GEE – Gases de Efeito de Estufa – associados à produção energética e ao seu consumo no processo produtivo (UNEP, 2008).

A relação entre o consumo energético industrial e as vantagens financeiras e ambientais encontra-se esquematizada na figura 1.2. Corresponde a um estudo da estimativa das poupanças anuais para um dada instalação industrial, onde se considerou um preço da energia de 45 €/MWh, em função das tecnologias de eficiência energética implementadas (ABB, 2010).

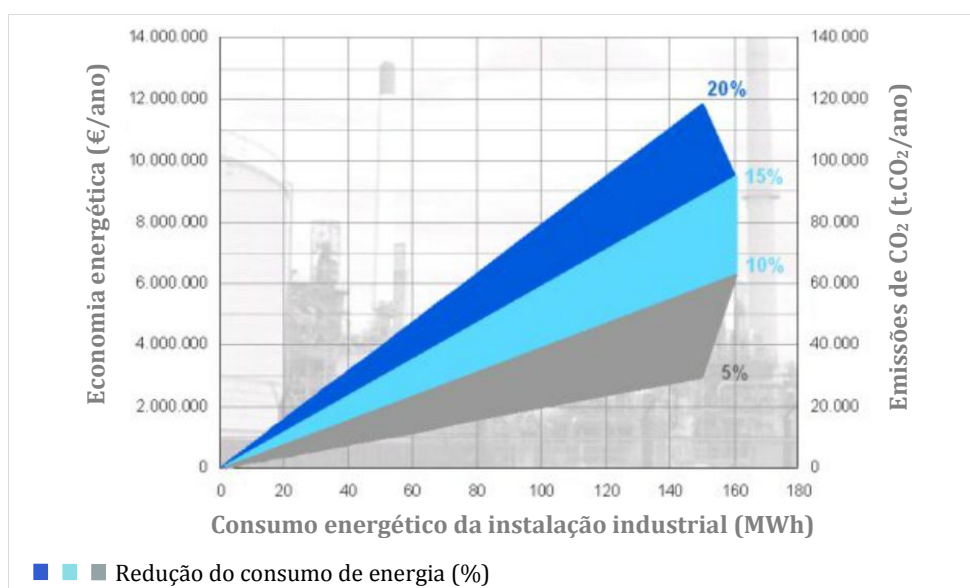


Figura 1.2 - Benefícios financeiros e ambientais associados à redução do consumo energético, para uma dada instalação industrial (Fonte: ABB, 2010).

Existe assim um comprovada relação de proporcionalidade directa entre o investimento em eficiência energética e a redução de emissões de CO₂ e poupanças financeiras. Estes investimentos podem, por sua vez, abranger a (i) implementação ou melhoria da gestão energética, (ii) melhoria das tecnologias e (iii) aplicação de políticas e normas (Abdelaziz, 2010).

Apesar das vantagens enumeradas, há que relembrar que o principal objectivo das instalações industriais é a produção, e não a eficiência energética. Como tal, é necessário “aliciá-las” para estas vantagens; caso contrário, as barreiras a estes investimentos não poderão ser ultrapassadas. Uma das melhores formas de o conseguir é pela combinação de sinais monetários, através do aumento do preço energético ou pelo constrangimento do seu fornecimento, com a integração de políticas de poupança e gestão energéticas no seio da cultura cooperativa das indústrias (UNIDO, 2008).

Na Europa, tem vindo a verificar-se uma crescente aposta em eficiência energética, estimulada pela adopção de múltiplas estratégias e directivas impostas pela União Europeia. Contudo, a estruturação e aplicação da Política Energética Industrial cabe a cada um dos Estados-membro. Como consequência, verifica-se a aplicação de diferentes programas de promoção à eficiência energética, com diferentes resultados.

No caso português, é de destacar a aplicação do programa actualmente em vigor, o SGCIE – Sistema de Gestão de Consumos Intensivos Energéticos. O CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão - é também frequentemente englobado como uma estratégia de redução da intensidade energética nas indústrias, apesar de apenas visar a redução de emissões de GEE.

Contudo, os resultados obtidos da aplicação destes programas parecem não ser os melhores, como é evidenciado na figura 1.3. Pode verificar-se que o consumo energético por unidade de VAB – Valor Acrescentado Bruto – industrial, aumentou entre 2000 e 2006. Este período foi sucedido por uma descida até 2009, muito devido à conjectura económica mundial, evidenciado pela também ligeira descida do PIB – Produto Interno Bruto – nacional.

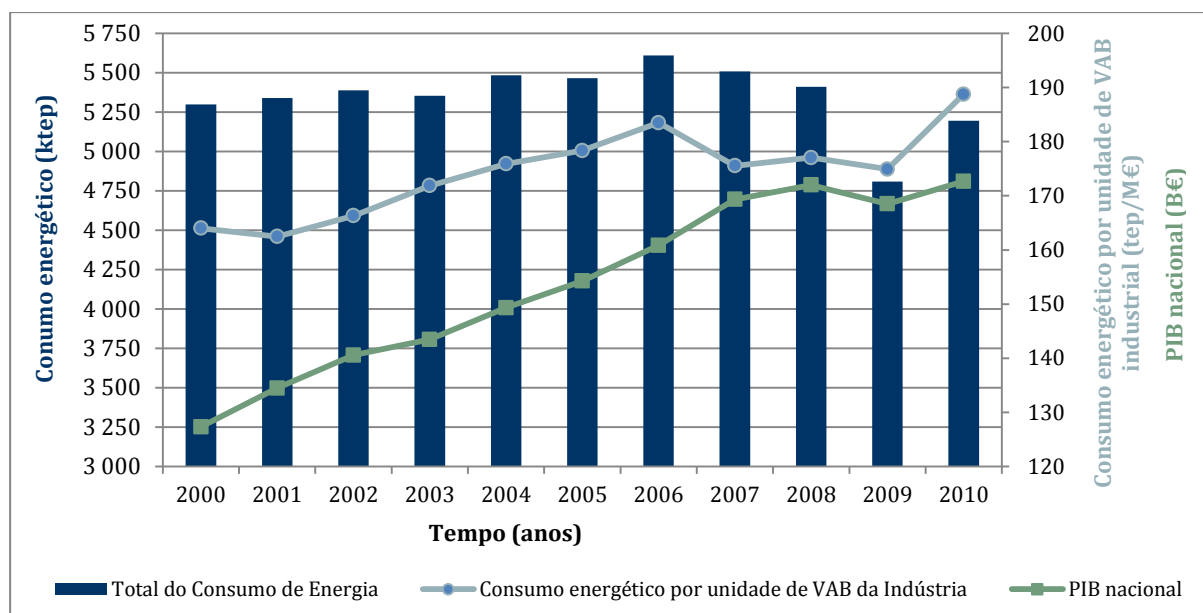


Figura 1.3 – Relação entre consumo energético total e por unidade de VAB indústria nacional com o PIB nacional, entre 2000 e 2010 (Adaptado de: DGEG, 2011; INE, 2012).

Contudo, o aumento do consumo energético por unidade de VAB industrial em 2010 faz com que o análise da década 2000-2010 evidencie uma maior intensidade energética neste sector.

Em suma, tudo indica que, apesar das metas traçadas, o facto de estes programas apenas englobarem IEI – Indústrias Energeticamente Intensivas, e no caso do CELE, indústrias fortemente poluidoras, não produz os efeitos esperados. Este resultado pode dever-se ao facto destas serem pouco ambiciosas, ou ainda por não haver nenhum programa que englobe o total de indústrias transformadoras, mesmo aquelas que apresentem menores consumos energéticos, as PMI – Pequenas e Médias Industrias.

De facto, é desconhecido o consumo energético global das indústrias transformadoras registadas no SGCIE e CELE, e consequentemente, a percentagem dos consumos das PMI. Apesar da vasta literatura internacional e nacional referente à temática em estudo, poucos são os dedicados à avaliação de políticas eficazes para o caso das PMI, mesmo quando o seu potencial total de poupança é frequentemente significativo (Trianni e Cagno, 2011; Rohdin e Thollander, 2006).

Como tal, torna-se necessário conhecer a percentagem de indústrias à qual não é aplicada qualquer tipo de regulação energética, ou atribuídos quaisquer tipos de apoios. De igual modo,

compreender quais as barreiras a investimentos em tecnologias de URE – Utilização Racional de Energia, tanto nas IEI como nas PMI. E por fim, analisar quais as políticas necessárias para inverter o panorama industrial nacional, no que diz respeito à melhoria do desempenho energético.

1.2 Objectivos e âmbito

Este estudo analisa separadamente as indústrias transformadoras energeticamente intensivas (IEI), registadas no SGCIE e no CELE, e as pequenas e médias indústrias (PMI). A sua descrição foi consultada na CAE – Classificação de Actividades Económicas Portuguesa-rev. 3 (INE, 2007).

Os principais objectivos deste estudo são:

- 1.** Avaliação do grau de investimento em eficiência energética na indústria, no panorama nacional; isto é, análise quantitativa de fundos públicos aplicados à melhoria da eficiência energética neste sector.
- 2.** Caracterização dos consumos energéticos da indústria transformadora, para cada tipologia de indústria. Tem por finalidade compreender a dimensão da parcela de consumos das PMI no panorama nacional.
- 3.** Caracterização e identificação da tipologia de medidas que são ou não implementadas, consoante os principais indicadores energéticos e financeiros e tipologia de indústria. Pretende-se assim proceder à realização do primeiro estudo de âmbito nacional que visa identificar quais as principais dificuldades e barreiras que cada tipo de indústria enfrenta.
- 4.** Avaliação de políticas de promoção à eficiência energética, para IEI e PMI. A estratégia proposta terá por principais pressupostos (i) a eliminação da, ou das, principais barreiras identificadas; (ii) a criação de mecanismos de apoio à eficiência e, caso se verifique, a eliminação de eventuais apoios distorcedores; e (iii) a melhoria dos indicadores ambientais.

1.3 Organização da dissertação

Este trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos:

Capítulo 2. É apresentada a revisão da literatura, onde é feita uma breve revisão de materiais colaterais aos principais objectivos deste trabalho, de entre as quais se destacam: as vantagens da aposta em eficiência energética, face à nova produção; as principais medidas de URE – Utilização Racional de Energia – aplicáveis à indústria transformadora; estudos referentes à aplicação de estratégias e políticas de promoção à eficiência energética, tendo por base as principais barreiras a estes investimentos; e uma breve descrição da estrutura industrial portuguesa, comparada com dois casos de estudo referentes a dois países da EU-27.

Capítulo 3. Nesta parte, é descrito o procedimento metodológico seguido, incluindo: o processo de amostragem, com base em inquéritos e consulta de dados junto de fontes reguladoras oficiais, bem como o tratamentos dos dados obtidos e a respectiva análise estatística.

Capítulo 4. Aqui são apresentados, analisados e sinteticamente discutidos os resultados obtidos; adicionalmente, as principais dificuldades e insucessos da metodologia adoptada, especialmente no que diz respeito ao processo de amostragem. É ainda apresentada uma proposta de política de promoção à eficiência energética.

Capítulo 5. Por último, são revistos os principais resultados e conclusões; são apresentadas recomendações para a aplicação de políticas energéticas, com base no estudo desenvolvido, bem como para a formulação de futuros estudos nesta área.

2. REVISÃO DE LITERATURA

“O Desenvolvimento Sustentável pode ser entendido como o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração actual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades” (Brundtland, 1987)

2.1 Energia e Ambiente

O conceito de desenvolvimento sustentável, originalmente publicado no relatório de Brundtland em 1987, *O nosso futuro comum*, é tido como um dos principais desafios do séc. XXI. Apresentado em 1992 na Cimeira da Terra, no âmbito da Agenda XXI, teve por objectivo alertar para a necessidade de gerirmos a exploração dos nossos recursos com base nas necessidades de gerações futuras. Deste primeiro alerta resultou o compromisso histórico de promover uma economia adaptada aos desafios de uma população mundial crescente (Brundtland, 1987).

Este conceito veio orientar a formulação de uma estratégia mundial face aos limites do crescimento e oferecer uma análise de recomendações que muitos países viriam a seguir como linha orientadora das suas políticas. Contudo, passados vinte anos da Cimeira da Terra, constata-se que o relatório falhou na identificação dos modos de produção responsáveis pela crescente degradação ambiental. Nunca foi analisada a reformulação dos princípios funcionais a que os mercados económicos se subjugam, nem redefinidos os limites com base em cenários de degradação ambiental. Em suma, o termo desenvolvimento sustentável não passa hoje de isso mesmo, um conceito orientador (Ahmed, 2008).

Esta problemática prende-se com o facto da economia mundial ter as suas raízes assentes na exploração dos recursos dos ecossistemas terrestres, não renováveis à taxa de exploração actual. Face à sua crescente degradação, é possível verificar que o dito desenvolvimento sustentável é ainda incompatível com o crescimento económico nos moldes actuais (Gallopín, 2001).

O consumo de materiais para produção energética desempenha um papel fundamental nesse crescimento. A taxa a que são consumidos faz com que constituam um dos principais desafios ao desenvolvimento sustentável (Dincer, 1999).

2.1.1 Impactes ambientais da produção e consumo de energia

Os sistemas energéticos são concebidos para realizar serviços energéticos, sendo compostos por dois subsistemas: (i) o sistema de fornecimento energético e (ii) a energia final. No primeiro, a energia primária é convertida em energia final, passando pelo seu processamento, que dá origem à energia secundária (de Beer, 2000).

A produção energética está associada à exploração dos recursos naturais como fonte de transformação para o consumo final. Os impactes gerados são-no assim em todo o ciclo de vida de um sistema energético, podendo ser sentidos a vários níveis (Dincer, 1999). Gerados sobretudo pela emissão de poluentes gasosos, contribuem para o agravamento de fenómenos de acidificação de solos, aquecimento global, entre outros (de Beer, 2000). Os efeitos são sentidos na saúde humana, nos sistemas ambientais ou a nível secundário (EC, 2003).

Aliado às pressões geradas pelos sistemas energéticos, encontra-se o ritmo a que são explorados os recursos para a sua produção. Como tal, o desenvolvimento de mecanismos de gestão terá que ter por base a taxa de regeneração natural a que estes se renovam, isto é, cuja capacidade de renovação é superior à sua taxa de exploração, num dado horizonte de estudo (Santos, 2011).

A figura 2.1, referente ao fornecimento mundial de energia primária entre 1971 e 2009, evidencia o aumento da procura energética (IEA, 2011). Apesar das energias renováveis constituírem uma parcela cada vez mais significativa da produção energética mundial, são ainda uma minoria quando comparadas com fontes não renováveis. O fornecimento energético mundial encontra-se assim ainda maioritariamente assente na exploração de recursos fósseis.

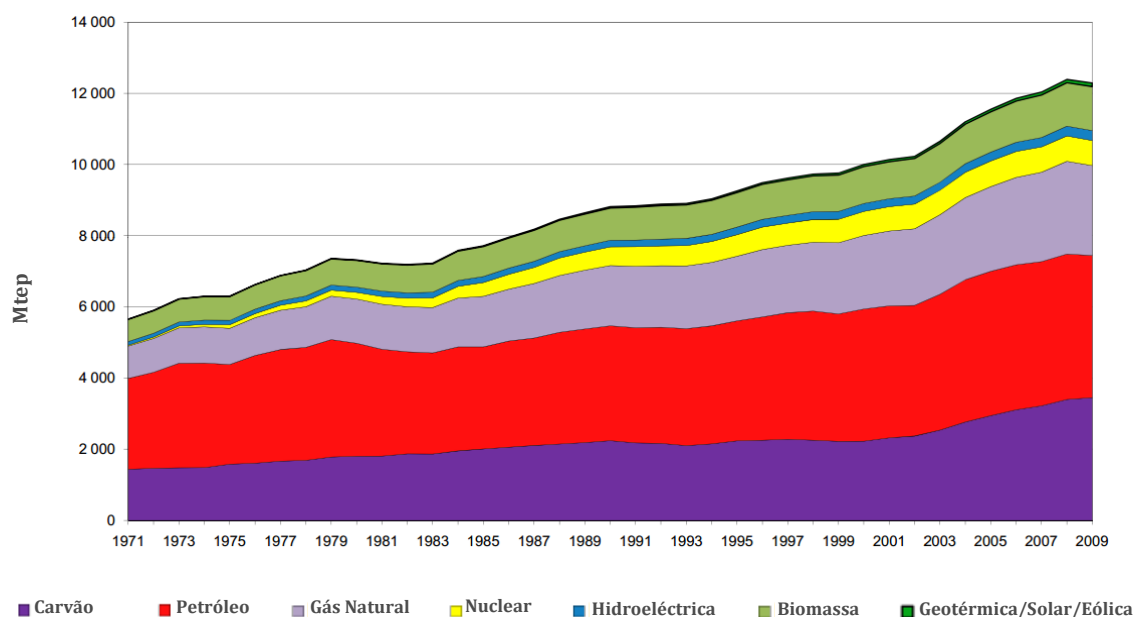


Figura 2. 1 - Fornecimento total mundial de energia primária, entre 1971 e 2009, por tipo de combustível (Mtep) (Fonte: IEA, 2011)

Os impactes verificados urgem a necessidade de adopção de políticas governamentais destinadas à regulação dos mercados energéticos. A adopção de programas que regulem o consumo energético, com destaque para programas de conservação, beneficiará não apenas os consumidores, como a Sociedade em geral. (Dincer, 1999).

Os problemas relacionados com a produção e consumo energético, que impedem o desenvolvimento sustentável das Sociedades, podem ser abordados seguindo várias metodologias: (i) pelo lado da procura, através da aplicação de tecnologias de utilização final mais eficientes e (ii) pelo lado da oferta, aumentando a produção energética a partir de fontes renováveis (de Beer, 2000).

As vantagens associadas à melhoria do desempenho energético são transversais a várias áreas. O investimento em tecnologias energeticamente menos intensivas oferece benefícios ao nível energético, com um aumento do custo-eficácia e segurança energética dos processos, mas também não energéticos. É o caso do aumento da segurança energética, da diminuição da poluição atmosférica, do aumento do conforto, da segurança e da produtividade do trabalho e da redução do ruído. Segundo previsões do IPCC, pode ainda contribuir paralelamente para o

desenvolvimento sustentável, ao possibilitar melhorias das condições de saúde e evitar a deslocalização de populações ao gerar empregos. Estes benefícios secundários, geralmente não oferecidos pelo lado da oferta, estão maioritariamente na origem da decisão da necessidade de investir em tecnologias mais eficientes (BCSD, 2005; IPCC, 2007).

Segundo Dincer, “Uma unidade de energia não consumida equivale a uma unidade de recursos não explorados e a uma unidade de poluição não gerada”. A comparação entre o investimento em medidas de eficiência energética e a produção energética é assim vantajosa, mesmo comparada à produção a partir de fontes renováveis (Dincer, 1999).

2.1.2 Eficiência energética: vantagens

A eficiência energética pode ser definida como a razão entre a energia útil entregue e a energia fornecida a um sistema energético. Isto é, quanto menor for esta razão, maior o grau de eficiência de um dado equipamento consumidor (da Silva, 2011).

Uma das principais vantagens da melhoria da eficiência energética encontra-se na diminuição dos impactes ambientais, nomeadamente a redução de resíduos gerados e poupança de água (BCSD, 2005). Contudo, a necessidade de incentivar o investimento em eficiência energética surge também de questões de foro económico que privilegiam a adopção desta solução em detrimento ou complemento de outras (Dincer, 1999).

Uma das principais vantagens prende-se com diminuição da dependência energética externa (SGCIE-ADENE, 2010). A actividade económica encontra-se subordinada à importação de combustíveis fósseis e respectivas flutuações de preço nos mercados internacionais, o que a torna mais vulnerável e menos competitiva (Ciscar, 2004). Como tal, a competitividade de um qualquer sector de actividade energeticamente intensiva, é afectada pela fracção elevada da energia nos custos de produção.

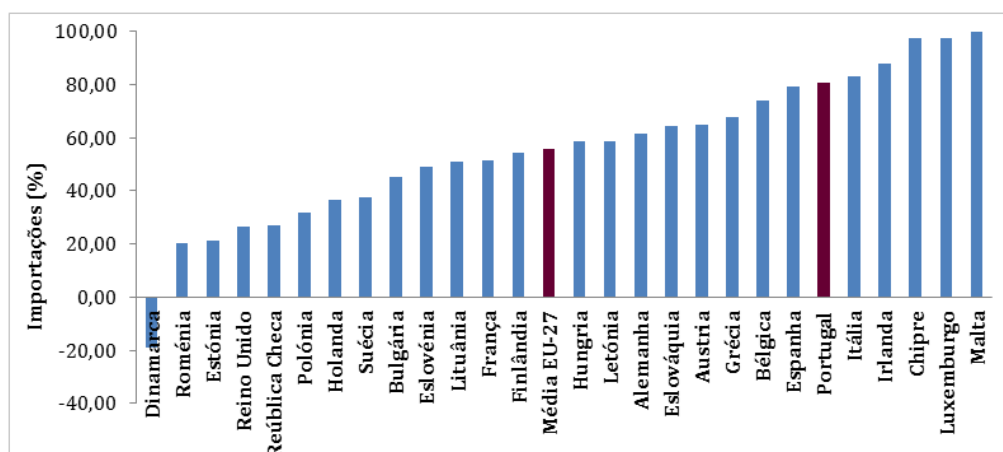


Figura 2.2 - Dependência energética externa nos estados membro da União Europeia - 27, em 2009 (Adaptado de: Eurostat, 2011).

Tal como verificado na figura 2.2, Portugal é um país com fraca disponibilidade em recursos energéticos primários (Eurostat, 2011). A utilização eficiente da energia afigura-se assim como motor de desenvolvimento económico, com elevado potencial de poupança energética e financeira.

O investimento inicial que as medidas de eficiência energética acarretam é outra das vantagens associadas às mesmas. Os custos associados à redução da procura energética são geralmente mais reduzidos do que os custos associados à criação de um novo centro produtor (Dincer, 1999).

A aposta em eficiência energética promove também a competitividade económica nacional ao gerar novos postos de trabalho. Este tipo de investimentos permite a criação de emprego especializado em sectores energeticamente intensivos como a indústria, já que (i) promove investimentos em tecnologias emergentes e (ii) requiere a monitorização e melhoria contínua dos sistemas energéticos de uma instalação (ACEEE, 2009).

Em suma, a utilização mais eficiente dos recursos energéticos contribui para uma economia mais eficiente e competitiva. Assegura ainda um fornecimento energético mais seguro e contribui para uma redução das emissões de GEE. (SGCIE-ADENE, 2010)

2.2 Indústria Transformadora

2.2.1 Caracterização geral

Um processo industrial constitui uma transformação física, química ou manual de materiais, de modo a obter novos produtos, nomeadamente bens de consumo, intermédios ou de investimento, ou a prestação de serviços industriais. Esses novos produtos são fabricados em instalações industriais e o sector de actividade responsável é designado por indústria transformadora, correspondendo à secção C. da CAE – rev. 3 (INE, 2007).

A figura 2.3 ilustra a quota de consumo final de energia, por sector de actividade económica nacional; é possível verificar que, em 2009, o sector em estudo constituía o segundo mais consumidor no panorama nacional (INE, 2009).

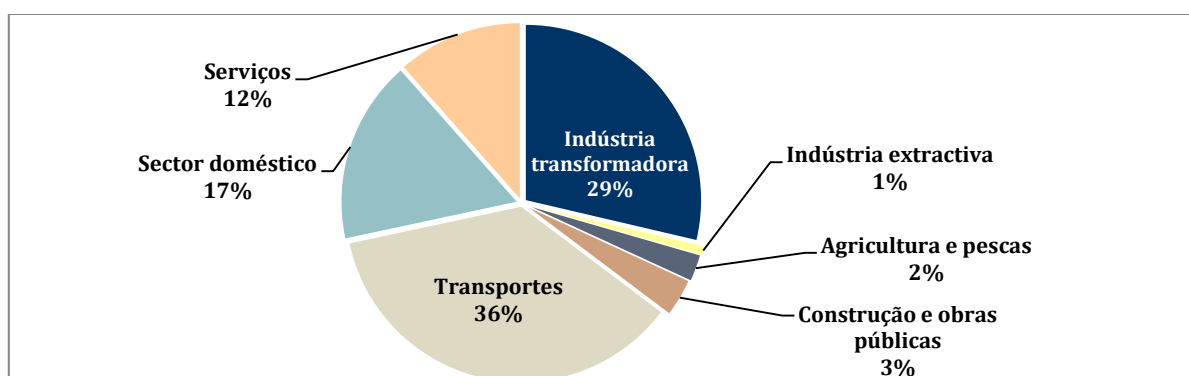


Figura 2.3 - Quota do consumo final de energia nacional (%) por sector de actividade económica, em 2009 (Fonte: INE, 2009).

A indústria transformadora abarca múltiplos sectores produtivos, e como tal, diversos processos industriais de produção e transformação; diferem de forma significativa consoante os vários sectores de actividade, mas pouco dentro de cada um dos sub-sectores. Este grau de semelhança entre instalações industriais da mesma tipologia permite caracterizar o comportamento energético e elaborar um diagnóstico energético (INTERREG III A, 2007).

Contudo, os diferentes processos industriais fazem com que as diferentes instalações industriais que os levam a cabo apresentem consumos energéticos significativamente diferentes entre si.

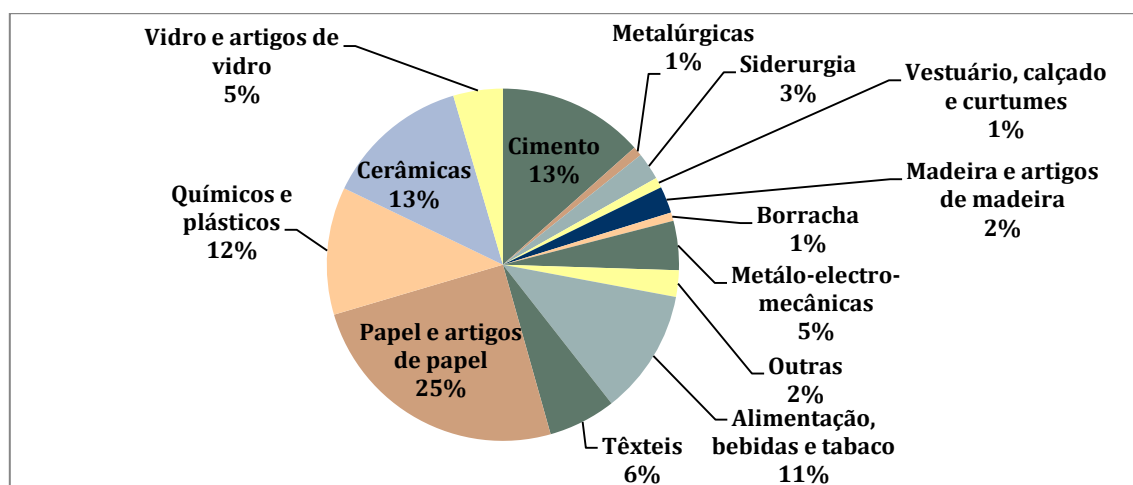


Figura 2.4 - Quota de consumo de energia final, consoante os sub-setores da indústria transformadora, em 2010 (Fonte: DGEG, 2010).

A figura 2.4 representa a quota de consumos energéticos para o total da indústrias transformadora nacional. É de salientar a elevada representatividade do sector dos sectores do papel e artigos de papel, cerâmicas, cimentos e químicos e plásticos (DGEG, 2010).

2.2.2 Eficiência energética na indústria transformadora

Os produtos resultantes dos processos industriais constituem componentes chave da sustentação das Sociedades. Contudo, a grande maioria é gerador de pressões ambientais sobre os recursos hídricos, os solos e sobretudo a qualidade do ar. Para além das emissões de GEE, as instalações industriais emitem também poluentes químicos como o dióxido de enxofre e de azoto, chumbo e COVs, responsáveis por problemas de várias ordens (UNEP, 2011). A amplitude destes impactes é agravada se considerarmos que não são verificados apenas no processo de transformação. São-no também a montante, com a produção de energia e extracção de matérias-primas, e a jusante, com o transporte, utilização e deposição final.

A degradação ambiental resultante da poluição gerada pelos processos de fabrico de novos produtos reverte-se em custos para a Sociedade que estes servem. Estudos demonstram que a diminuição de emissões de GEE passa pelo investimento em indústrias transformadoras mais limpas, com a redução dos consumos energéticos associados (UNEP, 2011).

A melhoria do desempenho energético das instalações industriais passa pelo investimento em medidas de utilização racional de energia (URE). No geral, a URE pode ser definida como um conjunto de acções que visam a economia energética, a redução dos custos associados ao seu consumo, bem como das emissões de poluentes associados à sua conversão.

A identificação de medidas de URE requer o conhecimento dos processos industriais e a monitorização dos consumos energéticos de uma dada instalação, de modo a concluir quanto aos principais equipamentos consumidores e pontos de actuação (INTERREG III A, 2007). Este estudo é feito por meio de uma auditoria energética, que conclui quanto à rentabilidade e

viabilidade do investimento, acompanha a sua implementação e avalia o cumprimento das metas estipuladas (SGCIE-ADENE, 2010).

As diferentes medidas de URE dependem não só do sector industrial, mas sobretudo da fonte energética. Na figuras 2.5 e 2.6 encontram-se, respectivamente, os consumos energéticos da indústria transformadora na EU-27 e a nível nacional, consoante a fonte (Eurostat, 2011).

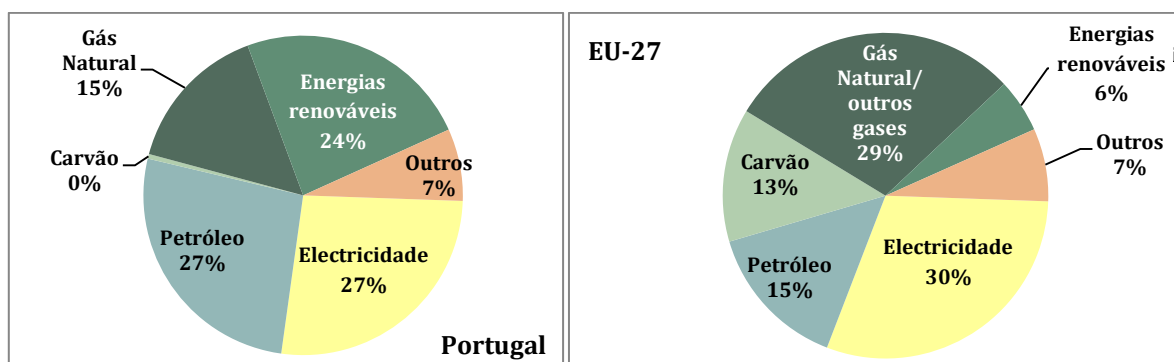


Figura 2.5 - Consumo energético do total de indústria transformadora da EU-27 e nacional, por fonte energética, em 2009 (Fonte: Eurostat, 2011).

A comparação dos panoramas europeu e nacional permite constatar que, para ambos, a electricidade é uma das principais fontes energéticas, representando quase um terço do consumo do sector. Contudo, e apesar do relevo das energia renováveis em Portugal, o petróleo ocupa ainda uma posição de destaque, o que não se sucede na média da EU-27.

2.2.3 Medidas de utilização racional de energia (URE)

O investimento em medidas de URE acarreta um elevado custo inicial comparativamente às soluções convencionais. Esta barreira é diminuída pelas múltiplas vantagens da sua implementação em instalações industriais, como a melhoria do processo produtivo e a economia dos custos do ciclo de vida dos equipamentos consumidores (BCSD, 2005).

Segundo o programa nacional em vigor, aplicado a instalações industriais energeticamente intensivas (IEI), intitulado Sistema de Gestão de Consumos Intensivos Energéticos (SGCIE), as medidas de URE podem ser de dois tipos: (i) transversais, quando as acções ou tecnologias são implementáveis a todos os sectores da indústria transformadora, e (ii) sectoriais, que correspondem a alterações específicas do processo produtivo de um dado sector ou conjunto de sectores semelhantes (SGCIE-ADENE, 2010).

De modo a simplificar o estudo das medidas aplicáveis à indústria transformadora portuguesa, seguir-se-á a tipologia adoptada pelo SGCIE, segundo a qual podem ser aplicadas medidas transversais (MT) e sectoriais (MS).

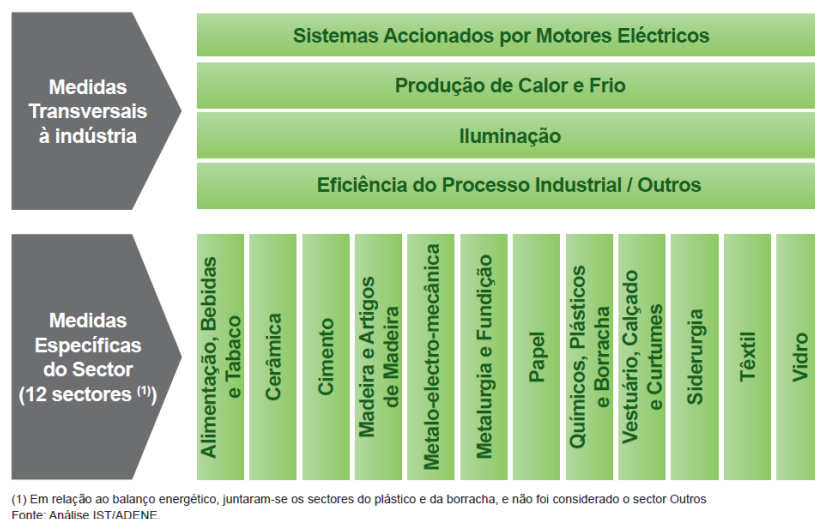


Figura 2.6 - Tipologia de medidas aplicáveis à indústria transformadora portuguesa (Fonte: SGCIE-ADENE, 2010).

Como demonstra a figura 2.6, as MT são aplicáveis à maioria dos sectores industriais, enquanto as MS representam soluções específicas para cada um destes, pois actuam no processo produtivo envolvido. Usualmente, é às primeiras que se encontra associado um maior potencial de poupança energética (SGCIE-ADENE, 2010).

A esquematização das medidas de URE encontra-se no quadro I.1, e a listagem de algumas tecnologias e equipamentos mais relevantes utilizadas na indústria transformadora no quadro I.2, ambos no anexo I.

2.3 Identificação e implementação de medidas

2.3.1 Gestão de consumos energéticos

A gestão energética eficaz de uma instalação industrial implica a implementação de medidas de URE. Para as identificar, é necessário monitorizar e registar com precisão os consumos energéticos, procedimento esse designado por auditoria energética (INTERREG III A, 2007).

De outro modo, uma auditoria energética consiste no “[...] levantamento detalhado de todos os aspectos relacionados com o uso da energia, ou que de alguma forma contribuam para a caracterização dos fluxos energéticos. Tem por objectivos a caracterização energética dos diferentes equipamentos e sistemas existentes [...] e a identificação das medidas com viabilidade técnico-económica possíveis de implementar, de modo a aumentar a eficiência energética e ou a reduzir a factura energética associadas às actividades da instalação em questão.” (Despacho nº17449, 2008)

A concepção de uma auditoria energética pressupõe o estudo das características físicas e financeiras da instalação auditada. Para o primeiro, são identificados os equipamentos geradores ou consumidores de energia, registadas as condições de operação e controlo, cuidados de manutenção e período de funcionamento (ADENE, 2004). Esta caracterização é realizada com base em instrumentos de medida instalados, nomeadamente contadores eléctricos, volumétricos

de gás corrigidos, volume dos tanques para combustíveis líquidos e balanças para os combustíveis sólidos. É a partir destas medições, e dos diagramas de fluxos de energia, que se torna possível separar os consumos totais nos diferentes sistemas e subsistemas e identificar procedimentos a otimizar (INTERREG III A, 2007).

A análise financeira decorre do estudo das facturas de energia referentes ao ano que antecede a auditoria. Visa identificar oportunidades de redução, estudando a melhor opção de contratação tarifária e a distribuição dos consumos consoante os períodos tarifários (hora de cheia, de vazio ou de ponta). Esta análise pode ser complementada com medições de consumos de sectores produtivos e evolução da produção ao longo do período de estudo, entre outros (ADENE, 2004).

Por fim, a auditoria apresenta medidas de URE que visem a melhoria do desempenho energético da instalação, tendo em conta os resultados obtidos e, caso se verifiquem, os obstáculos organizacionais encontrados. Neste caso, terão de ser propostas ferramentas de gestão, que poderão passar pela formação dos colaboradores, sistemas de recompensas, *feedback* regular e documentação de práticas existentes (IPCC, 2007).

2.3.2 Identificação do potencial de poupança

As auditorias energéticas fornecem valores críticos, decorrentes da análise física e financeira à instalação industrial, que traduzidos respectivamente em indicadores físicos ou de custo-benefício, permitem construir um *benchmarking*. A partir deste, é definida a relação custo-benefício, que será vantajosa caso o custo das melhorias de URE, face a futuras reduções de custos de consumo, seja menor (da Silva, 2011; Madeira e Melo, 2003).

As análises física e financeira possibilitam a determinação do potencial de melhoria de eficiência energética técnico, económico e financeiramente rentável. O primeiro constitui a diferença entre a procura energética estimada para um dado ano de base e o ano em que as tecnologias de URE estarão implementadas. Para a sua definição, são necessários os dados registados no processo da auditoria energética à instalação. Já os potenciais económico e de rentabilidade derivam da análise financeira, constituindo a parcela do potencial técnico com efeito económico líquido positivo ou que satisfaça os critérios de decisão de investimentos, respectivamente (de Beer, 2000).

Segundo o Artigo 7º do Decreto-Lei 71/2008, no âmbito das auditorias energéticas à indústria, devem ser utilizados os indicadores Intensidade Energética (IE), definido pelo quociente entre o consumo total de energia e o Valor Acrescentado Bruto (VAB) das actividades empresariais directamente ligadas à mesma; e Intensidade Carbónica (IC), medida pelo quociente entre o valor das emissões de GEE resultantes das várias formas de energia no processo produtivo e o consumo total energético da instalação (DL 71, 2008). Pode ainda ser utilizado o indicador consumo específico de energia (CEE), definido pelo quociente entre o consumo total de energia e o volume de produção (SGCIE, 2012a).

Associado ao investimento inicial que as medidas de URE acarretam, é necessário ter em conta os custos associados à sua implementação. A alteração de procedimentos implica o balanço dos custos com a manutenção e monitorização dos equipamentos e formação de funcionários, de modo a assegurar a melhoria da fiabilidade e qualidade do serviço do(s) sistema(s) (SGCIE-

ADENE, 2010). Os indicadores de redução energética anual e período de retorno do investimento (PRI) têm em conta este factor.

Estudos demonstram que apenas as medidas de URE com PRI inferiores a três anos são economicamente atractivas, já que permitem obter resultados a curto prazo quando comparadas às medidas de PRI superiores (Madeira e Melo, 2003). Segundo um estudo de De Beer, sendo os PRI máximos de três ou seis anos os critérios de decisão de investimento, o potencial de redução energética seria de, respectivamente, 14% e 25 %. Esta conclusão demonstra o impacto do potencial rentável sobre o processo de decisão, independentemente do potencial tecnológico identificado (de Beer, 2000).

2.3.3 Implementação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA)

Estudos realizados no âmbito da eficiência energética na indústria demonstram existirem hoje as ferramentas de medição, controle e gestão necessárias à melhoria do desempenho energético neste sector. Contudo, verifica-se igualmente a existência de uma lacuna entre as soluções disponíveis, nomeadamente as medidas de URE, e a sua implementação prática. Esta lacuna poderá ser colmatada, em parte, pela implementação de Sistemas de Gestão Energética (SGE). Estes sistemas visam primordialmente a gestão energética eficiente e eficaz (Bunse, 2010).

A gestão energética constitui uma estratégia que assegura o fornecimento energético, ao fornecer orientações às instalações para integrar a eficiência energética nas suas práticas de gestão. Apresenta como principais objectivos minimizar os custos e reduzir os desperdícios de energia, mantendo ou melhorando a qualidade do sistema produtivo, através da optimização do uso dos sistemas energéticos (Petrecca, 1992) (McKane, 2010).

Estes sistemas podem ser organizados de várias formas, devendo sempre incluir as fases de: (i) análise de dados históricos; (ii) realização de auditorias energéticas; (iii) proposta de investimentos com base em análises aos processos; e (iv) formação dos colaboradores (Petrecca, 1992). Contudo, para que a sua implementação na instalação industrial seja eficaz, é essencial que haja ainda o compromisso de melhoria contínua da eficiência energética (McKane, 2010).

Existem esquemas já predefinidos que asseguram a qualidade da implementação do SGE. É o caso da aplicação da norma internacional voluntária, a ISO 50001:2011 - Sistemas de Gestão Energética. Esta ferramenta de trabalho é indicada para instalações industriais, entre outras, fornecendo requisitos mínimos e linhas de orientação para desenvolver um SGE (ISO, 2011).

A implementação de um SGE encontra-se também frequentemente enquadrada nos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA). Estes representam “[...] parte do sistema de gestão de uma organização, utilizada para desenvolver e implementar a sua política ambiental e gerir os seus aspectos ambientais.” (NP EN ISO:14001, 2004). A adopção de um SGA requer que sejam traçadas metas e estabelecidos programas de gestão para os diferentes aspectos ambientais, sendo a gestão energética um deles (Antunes e Videira, 2011b).

Actualmente existem vários instrumentos de SGA implementados nas instalações industriais. Um dos mais comuns é a ISO 14001:2004, norma internacional, que por ser de adesão voluntária apenas oferece linhas de orientação para a realização de auditorias e verificação do cumprimento de políticas da empresa face à melhoria dos seus aspectos ambientais (UNIDO,

2008). Também a implementação do EMAS III, Sistema Comunitário de Eco-Gestão e Auditoria da União Europeia, é aplicável a instalações industriais. As vantagens deste esquema passam não só pela redução de custos energéticos e melhoria do desempenho, mas também pelo aumento da credibilidade e transparência das instalações registadas (EC-EMAS, 2012).

2.4 Estratégias de promoção da eficiência energética na indústria

2.4.1 Tipos de instrumentos de política de ambiente

O sector da indústria transformadora apresenta um elevado potencial de melhoria de desempenho energético e de mitigação das alterações climáticas (Tanaka, 2011). As medidas de URE anteriormente identificadas, são tecnologicamente maduras, custo-eficazes e, geralmente, economicamente viáveis. Contudo, verifica-se uma falha entre o potencial de redução identificado na teoria e o investimento feito na prática (Abdelaziz, 2010; UNIDO, 2011).

Esta lacuna pode ser colmatada pela implementação de uma política energética industrial, de acção estratégica a longo-prazo e que garanta o apoio à implementação de medidas de URE através de apoios governamentais. Podem incluir normas legislativas, tratados internacionais, incentivos ao investimento, acordos voluntários, guias de orientação, aplicação de impostos energéticos ou standards de eficiência, entre outros instrumentos (Abdelaziz, 2010).

A utilização de instrumentos de política de ambiente por parte das autoridades visa promover a alteração de um dado comportamento, através da implementação de medidas a um determinado agente da sociedade, com vista à redução e controlo dos impactes ambientais por esse gerado (Santos e Antunes, 1999).

A consulta bibliográfica é ambígua na atribuição da tipologia do instrumento às diferentes medidas e políticas aplicáveis. Neste relatório serão utilizadas as tipologias designados por instrumentos (i) de comando e controlo, de regulação directa ou prescritivos, (ii) de mercado, económicos, económico-fiscais ou de incentivo e (iii) voluntários, de informação, descentralizados ou de apoio (Santos, 2010; Tanaka, 2011).

Instrumentos de comando e controlo

Os instrumentos de regulação são de natureza compulsória. Têm por objectivo controlar o comportamento de agentes económicos pelo lado da quantidade, através da imposição de metas, restrições, requisitos mínimos, condições de licenciamento, entre outros. Têm sido largamente adoptados pelas autoridades competentes a nível nacional e comunitário, já que permite assegurar o cumprimento de objectivos ambientais (Antunes, 2003).

A sua aplicação ganha especial magnitude na indústria transformadora. Sendo este um sector largamente poluidor, a imposição de políticas mandatórias é eficaz. Estas verificam-se, por exemplo, na aplicação de normas de eficiência de equipamento energeticamente intensivo, ou na obrigação de realização de auditorias energéticas, entre outras (Abdelaziz, 2010; UNEP, 2011).

Contudo, estes instrumentos não são promotores de eficiência nem de inovação. Para que o sejam, é necessário combiná-los com esquemas de fiscalização adequados, isto é, instrumentos de mercado. A sua aplicação conjunta assegura que os mercados reflectem o preço real da energia, gerando competitividade justa nas indústrias deste sector (UNEP, 2011; Videira, 2011a).

Quadro 2.1 - Exemplos de medidas aplicáveis ao sector da indústria transformadora, consoante o instrumento de regulação directa (Adaptado de: Antunes e Videira, 2011a).

Instrumentos de Regulação Directa		
Normas	Licenciamento	Obrigações
<ul style="list-style-type: none"> • Normas de emissão; • Normas de qualidade do ambiente; • Normas tecnológicas; • Normas de conteúdo; 	<ul style="list-style-type: none"> • Licenciamento industrial; • Prevenção e controlo integrado de poluição; 	<ul style="list-style-type: none"> • Obrigações de melhoria de consumos; • Requisitos de eficiência energética de equipamentos.
Exemplos: Normas de realização de uma auditoria energética - Decreto-Lei nº 208/2008 de 29 de Outubro.	Exemplos: Regime do Exercício da Actividade Industrial (REAL); Directiva 2008/1/EC de 15 de Janeiro.	Exemplo: Programa SGCIE – Decreto-Lei nº 71/2008 de 15 de Abril.

Os principais tipos e exemplos da aplicação destes encontram-se no quadro 2.1. A nível nacional, é de salientar o licenciamento industrial, que engloba a licença ambiental. Tem por objectivos assegurar a prevenção e controlo integrados da poluição gerada pela instalação, promovendo sempre a aplicação das Melhores Tecnologias Disponíveis (MTDS).

Instrumentos de mercado

A comprovada relação custo-eficácia das medidas de URE não impede que uma das principais barreiras à sua introdução seja financeira (Farinelli, 2005). Como tal, uma das formas de estimular a implementação destas tecnologias é pela via da introdução de medidas fiscais (de Beer, 2000).

Os instrumentos de mercado têm por objectivo a eliminação de falhas de mercado através da internalização das externalidades associadas aos mercados energéticos. De outro modo, a sua aplicação permite corrigir os preços em mercados com distorções, ou criar novos mercados onde estas não ocorram (Antunes, 2003; NRC, 2009).

Ao contrário dos instrumentos regulatórios, têm carácter de incentivos. Actuam pelo lado do preço através da aplicação de taxas ambientais, subsídios, licenças ou direitos transaccionáveis, sistemas de depósito e reembolso, mecanismos de seguros/caução e títulos de desempenho ambiental, entre outros (Antunes, 2003).

As vantagens da sua aplicação por parte de organismos governamentais passa pelo fenómeno de *double dividend*, isto é, pelo facto de conseguir gerar receitas que poderão ser utilizadas para financiar políticas ambientais de incentivo. Quando estruturadas adequadamente, apresentam o potencial de construir soluções eficazes a longo prazo, já que constituem as únicas em que os efeitos das externalidades são tidos em conta no processo de decisão (NRC, 2009; Videira, 2011a). Em suma, ao deixarem a definição da estratégia e metas a adoptar aos agentes,

comprovam ser de maior eficácia na melhoria do desempenho energético em instalações industriais, quando comparados com os regulatórios (EFCSEP, 2005; EU, 2009).

Os instrumentos de mercado podem ser agrupados em três tipologias consoante a área de afectação, tal como se encontra descrito no quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Tipologias de instrumentos de mercado e exemplos de medidas aplicados à promoção da eficiência energética na indústria transformadora
(Adaptado de: Antunes, 2003; Labanca, 2012; Tanaka, 2011).

Instrumentos de Mercado		
I. Afectação pelo preço	II. Afectação pela quantidade	III. Afectação de mercados
<ul style="list-style-type: none"> • Taxas energéticas, ambientais ou de poluição (incentivo negativo/positivo); • Impostos diferenciados (incentivo negativo); • Subsídios à adopção de medidas URE, entre outros (incentivo positivo); • Reduções para a eficiência energética. 	<ul style="list-style-type: none"> • Certificados Brancos; • Obrigações de redução energética; • Tecto máximo para o consumo energético total ou CEE; 	<ul style="list-style-type: none"> • Títulos de desempenho ambiental; • Direitos Transaccionáveis de emissão ou desenvolvimento.

Os instrumentos I têm por objectivo influenciar o comportamento dos agentes através da alteração de preços, ou criando preços adequados aos serviços de eficiência energética (Labanca, 2012). Como principal vantagem, incentivam os agentes a investir em medidas de URE, através da redução de custos associados à sua implementação ou ajudas de custos de monitorização de consumos energéticos. Isto pode ser feito pela redução de impostos dessas medidas, aplicação de taxas de poluição, taxas de crédito ou redução destas no geral, ou pela introdução de incentivos ou subsídios (EFCSEP, 2005; UNEP, 2011).

As taxas representam a transferência de um bem de um grupo para outro, neste caso, da sociedade para os investidores em eficiência energética. Geram um incentivo à inovação, ao reduzirem o custo de uma dada tecnologia e equipamento (UNEP, 2006). Podem ser aplicadas a: (1) serviços prestados, constituindo um preço associado à utilização de um dado serviço, cujas receitas aplicadas se destinam a fins anexos; (2) taxas de incentivo, cujo preço associado se destina a incentivar a alteração de um dado comportamento do agente afectado; e (3) taxas fiscais, integradas no sistema fiscal (Antunes, 2003).

As taxas podem ser de: (i) dedução fiscal, em que é deduzido parte do custo de investimento em tecnologias de URE nos lucros anuais do investidor; (ii) créditos tributários, que permitem que uma empresa reduza parcial ou totalmente os custos fiscais associados a uma dada medida implementada; e (iii) redução de impostos, em que os impostos associados à compra de tecnologias de URE, como o Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA), são reduzidos. Geralmente, os que geram maior economia para os agentes são as taxas (ii), já que estas representam uma redução absoluta da quantidade de impostos pagos, enquanto que as (i) e (ii) apenas reduzem a quantidade de lucro tributável, isto é, a redução de impostos corresponde a uma percentagem do custo de investimento em tecnologias URE (UNEP, 2006).

Outra das taxas existentes são as eco-taxas, que têm um carácter de incentivo negativo. Um exemplo da sua aplicação é a taxa de combustíveis e tecnologias poluidoras, com base no cálculo do custo associado a externalidades associadas à emissão de poluentes (EC, 2003).

Outra ferramenta são os subsídios. Nesta, fundos públicos são transferidos directamente aos agentes que implementem um projecto de eficiência energética. Esta atribuição pode ser feita pelo (1) pagamento do investimento na tecnologia de URE, pela retribuição monetária de uma percentagem (2) do investimento total ou (3) dos custos energéticos poupados. Podem ainda ser destinados à subsidiação de auditorias energéticas, sendo esta de facto a ferramenta de política energética mais largamente implementada no mundo (EFCSEP, 2005; UNEP, 2006).

Existe a possibilidade de a afectação do preço não ser feita directamente pelos órgãos governamentais. A criação de fundos de empréstimos bancários poderá ter em conta novos critérios de investimento, que tenham como prioridade o financiamento de projectos de URE (Price e Worrell, 2000). Estes mecanismos de financiamento são proporcionados por empréstimos públicos, o que os torna menos populares que a aplicação de subsídios. Contudo, novos mecanismos de financiamento têm vindo a ganhar terreno, nomeadamente os fundos de garantia, fundos rotativos ou o capital de risco (EFCSEP, 2005).

Os instrumentos II são implementados com o objectivo de influenciar comportamentos através da modificação ou adequação de direitos ou obrigações dos agentes. Uma das ferramentas aplicáveis é a atribuição de certificados brancos (Labanca, 2012). Apesar de actualmente aplicado a distribuidores de serviços energéticos e de apenas ter sido implementando em alguns países, o seu alargamento à indústria transformadora poderá ser positiva (Farinelli, 2005).

Este instrumento tem por base a imposição de metas de redução energética, a ser cumpridas através da introdução de medidas de URE. Aos agentes que as tenham cumprido no período de tempo estipulado, são atribuídos os certificados brancos; caso excedidas, o agente poderá vender os seus certificados a outros que não as tenham cumprido (Oikonomou, 2008).

Por último, os instrumentos III visam a alteração de mercados existentes para incentivar melhorias de eficiência energética (Labanca, 2012). Neste caso, o esquema de Direitos Transaccionáveis (DT) é o mais utilizado, sendo o principal exemplo o Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE). Visa a redução das emissões de GEE, o que no sector em estudo, é, entre outras medidas, possibilitado pela melhoria das tecnologias instaladas (Antunes, 2003).

Da combinação dos instrumentos de mercado estudados surge a chamada Reforma Fiscal Ambiental (RFA). Visa aumentar a eficiência do uso de um recurso e promover a melhoria dos indicadores ambientais, tornando-o mais caro, e reduzir taxas desproporcionais associadas ao trabalho e capital, tornando-as mais baratas. A sua aplicação é verificada a curto e médio prazo, estimulando a inovação verde e o desenvolvimento tecnológico. Adicionalmente, permite remover subsídios ambientais distorcedores, gerar retorno económico, atingir metas ambientais traçadas e criar novos postos de trabalho (Bosquet, 2000; Ekins, 2009).

A nível nacional, o desenho e implementação de uma adequada RFA ganha especial relevo em medidas de URE que apresentam PRI superiores a três anos, difíceis por isso de implementar (Madeira e Melo, 2003). Tal como demonstrado anteriormente, apesar de economicamente menos atractivas, apresentam um potencial de redução energético significativo (de Beer, 2000).

Instrumentos voluntários

As razões para a aplicação de políticas de promoção de eficiência surgem de assimetrias nos mercados energéticos e de lacunas de informação referentes às medidas de URE. Contudo, nem sempre se verifica que a aplicação de instrumentos fiscais consegue colmatar estas assimetrias de forma custo-eficaz. Como tal, a implementação de taxas ambientais deverá surgir combinada com a adopção de acordos voluntários (EFCSEP, 2005; Henriksson e Soderholm, 2009).

Estes instrumentos surgem da cooperação entre organismos de administração pública e organizações interessadas na melhoria do seu desempenho ambiental e produtivo. O carácter voluntário é conferido pelo cumprimento de requisitos de adesão e compromissos de melhoria quantitativa ou qualitativa, que deverão ser superiores aos regulamentados por lei (Antunes, 2003). São largamente utilizados no sector industrial, no que diz respeito à implementação de SGA (Abdelaziz, 2010). Outros exemplos podem ser encontrados no quadro 2.3.

Quadro 2.3 - Medidas aplicáveis ao sector da indústria transformadora, consoante o instrumento voluntário (Adaptado de: Santos, 2010; Tanaka, 2008).

Instrumentos Voluntários		
Actuação voluntária	Outras abordagens	Informação
<ul style="list-style-type: none">• Compromissos unilaterais;• Acordos ambientais, entre autoridades e indústria;• Sistemas de Gestão Ambiental (SGE): EMAS, ISO 14001 e ISO 50001.	<ul style="list-style-type: none">• Melhoria do processo produtivo: Análise Ciclo de Vida (ACV) e Eco-produtos;• Actuação a montante: Ecologia industrial (EI).	<ul style="list-style-type: none">• Certificação ambiental: <i>EcoLabel</i>.

Podem ainda ser indexadas novas abordagens, como a da ecologia industrial, Análise Ciclo de Vida (ACV) e o desenvolvimento de eco-produtos. Actuam a montante e visam a melhoria do processo produtivo como fonte para a eficiência na utilização de recursos.

De entre estas, destaca-se a aplicação da ACV. O seu principal pressuposto passa pela necessidade de analisar os impactes associados a um dado produto, não apenas no processo produtivo, mas em todo o seu ciclo de vida. Esta política não é aplicável apenas à indústria transformadora, já que a extracção de recursos para produção de um bem, e a sua deposição final, saem do espectro de actuação das instalações responsáveis pelo seu processamento. Cabe ao sector em estudo influenciar este ciclo. Um exemplo é dado por Tanaka, que refere que a escolha adequada de matérias-primas, que tenha em conta o seu peso, pode reduzir as necessidades energéticas associadas ao transporte final (Tanaka, 2008).

Contudo, existem limitações à aplicação de instrumentos voluntários. Estas prendem-se com a reduzida especificidade na definição de objectivos e metas a alcançar, sendo geralmente tidos em conta como instrumentos de custo-eficácia estática. Estas restrições são superadas pelos resultados verificados da sua implementação (Santos, 2010; Henriksson e Soderholm, 2009). Segundo um estudo de Rietbergen, a combinação destes instrumentos com outras políticas adequadas, potencia um aumento do nível de eficiência energética entre 33 % e 100 %, face a uma situação em que estas não sejam implementadas (Rietbergen, 2002).

A combinação de instrumentos de mercado com instrumentos voluntários permite incentivar a redução do CEE nas instalações de forma custo-eficaz (EFCSEP, 2005). Contudo, verifica-se que apenas IEI aderem a este tipo de mecanismo, usualmente empenhadas na melhoria do

desempenho energético por razões económicas. Complementarmente, as taxas ambientais negligenciam este tipo de indústrias por questões de competitividade ou por já serem abrangidas por instrumentos regulatórios. Isto traduz-se em preços energéticos reduzidos, desincentivadores de investimentos em URE. Em suma, os instrumentos de acção voluntária constituem a segunda melhor escolha face aos de mercado. A sua conjugação deverá acautelar as questões abordadas, de modo a facilitar a sua implementação pelas PMI (Santos, 2010; Henriksson e Soderholm, 2009)

Interacção entre instrumentos

A formulação de políticas energéticas que promovam eficazmente o investimento em medidas de URE é complexa. A multiplicidade de objectivos e metas resulta muitas vezes em tensões entre os vários actores envolvidos, tornando necessária a adopção de mais do que um instrumento em simultâneo (Farinelli, 2005; WEC, 2011).

O uso combinado de instrumentos é designado por *mix* de políticas. Esta abordagem integrada, em que políticas e programas são complementados por vários instrumentos, é frequentemente utilizada. Segundo este modelo, a política energética aplicada a indústrias torna-se mais eficiente, já que tem em conta as diferentes necessidades dos diferentes sectores da indústria (Price e Worrell, 2000). Cabe às autoridades competentes analisar qual o mix de políticas apropriadas às necessidades verificadas no sector em estudo (UNEP, 2011).

2.4.2 Barreiras à melhoria da eficiência energética

As barreiras constituem factores ou mecanismos inibidores de investimentos em tecnologias que são, simultaneamente, energética e economicamente eficientes. (Sorrell, 2000). Para que possam ser eliminados, é necessário que haja intervenção de políticas públicas, de modo a compensar mercados imperfeitos e torná-los mais eficientes (Brown, 2001).

Como tal, a classificação de barreiras torna-se essencial para a definição estrutural e temporal de uma estratégia de promoção ao investimento em medidas de URE (Palm e Thollander, 2010).

Classificação de barreiras

As barreiras à eficiência energética, ou *disturbing factors*, divergem em natureza (Velthuisen, 1993). No quadro 2.4 encontra-se um enquadramento teórico da sua tipologia.

**Quadro 2.4 – Barreiras à melhoria do desempenho energético
(Adaptado de: Farinelli, 2005; Sorrell, 2000; Rohdin e Thollander, 2006).**

Enquadramento teórico	Tipo de barreira	Descrição/Exemplificação
Económica: Não falha de mercado	Heterogeneidade	Possibilidade de o custo-eficácia não ser verificado para todas as medidas de poupança energética identificadas.
	<i>Hidden costs</i>	Existência de custos não contabilizados, associados à recolha e análise de informação, interrupções da linha de produção, outros inconvenientes, etc.
	Acesso a capital	A limitação de acesso a capital para investimentos iniciais.
	Risco	Associado a riscos como falhas técnicas na interrupção da

		produção.
Económica: Falha de mercado	Informação imperfeita	Falhas de informação dos usos energéticos da organização.
	Incentivos divididos	Caso o colaborador/departamento não ganhem benefícios associados ao investimento em medidas de URE, a sua implementação será menos atractiva. Surge da restrição de transferibilidade de fundos.
	Seleccção adversa	Ocorre quando a aquisição de tecnologias é feita com base em critérios visíveis, como o preço.
	Relação agente-gestor	Controlo e monitorização apertadas por parte dos órgãos de gestão da empresa, com imposição rigorosa de PRI; pode resultar na não implementação de medidas com potencial de redução energética.
Comportamental	Racionalidade limitada	Ocorre quando o processo decisório é baseado em rotinas organizacionais que podem negligenciar a melhoria do desempenho energético.
	Forma da informação	Falhas de informação que decorrem quando esta não é transmitida de forma específica, simples e pessoal.
	Credibilidade e confiança	Associado às fontes de informação, que deverão ser fidedignas.
	Inércia	Ocorre quando parte dos colaboradores se opõe a mudanças e negligencia medidas de melhoria.
	Valores	As melhorias do desempenho energético não serão bem sucedidas caso não exista comprometimento e ambição por parte dos órgãos de gestão, e preferencialmente, por um indivíduo de topo.
Organizacional	Liderança hierárquica	O baixo estatuto dos órgãos responsáveis pela gestão energética nos quadros da organização pode induzir à despriorização da melhoria do seu desempenho energético.
	Cultura empresarial	Os valores da empresa deverão estar associados aos valores ambientais, de modo a incentivar a eficiência energética.
Regulamentar	Legislativas/normativas	A regulamentação aplicada ao sector pode constituir um constrangimento à penetração de medidas de URE; são exemplos regulamentos de segurança desnecessários ou regras de protecção da competitividade.

A análise conjunta das limitações técnicas, organizacionais, económicas e comportamentais constitui um modelo de barreiras. Identifica (i) o obstáculo, (ii) o sujeito impeditivo e (iii) a acção “escondida”, isto é, o aspecto da conservação energética afectado, permitindo assim compreender como se poderá proceder à implementação das medidas de URE (Weber, 1997).

Análise de casos práticos: IEI e PMI

A análise da literatura permitiu compreender que a identificação de barreiras em casos práticos difere significativamente. De facto, diferentes actores apontam diferentes dificuldades e razões para não investir em eficiência energética (Palm e Thollander, 2010).

O quadro 2.5 demonstra estas assimetrias de barreiras, neste caso identificadas em dois estudos efectuados a dois grupos distintos de PMI, bem como os critérios, ou *drivers*, utilizados para a implementação de medidas de URE no sector industrial em geral.

Os órgãos gestores destas organizações mais pequenas enfrentam frequentemente problemas a uma escala independente da linha de produção. É o caso das dificuldades sentidas em garantir o

cumprimento de requisitos legais relacionados com a energia, ambiente, segurança e saúde dos colaboradores. Estes constrangimentos resultam numa aversão à mudança de comportamentos, alterada frequentemente com recurso, mais uma vez, a instrumentos regulatórios (UNEP, 2008).

Contudo, as PMI apresentam uma estrutura interna mais flexível, que reduz assim a cadeia de processo decisório. Face às IEL, esta característica permite reduzir dificuldades técnicas e de gestão associadas à implementação de novas tecnologias. De igual modo, o controlo de operações torna-se mais apertado, permitindo criar condições para o reconhecimento dos benefícios da eficiência energética por parte dos colaboradores (Trianni e Cagno, 2011). Estas vantagens permitem, em suma, criar condições para que sejam combinadas práticas de eficiência energética e SGA, com grandes vantagens para as PMI (UNEP, 2008).

Em suma, a divergência de resultados demonstra que, tal como referido por Thollander e Dotzauer, o estudo das barreiras é específico de cada país. Estes resultados demonstram que não podem ser assumidas as mesmas barreiras de forma linear para outros países, servindo estes estudos apenas de base metodológica. (Trianni e Cagno, 2011; Thollander e Dotzauer, 2010; Velthuijsen, 1993).

Quadro 2.5 - Classificação dos critérios e barreiras à implementação de medidas de melhoria do desempenho energético, em instalações IEI e PMI.

Critérios para a implementação	Barreiras à implementação (<i>Distourbing Factors</i>)	
Sector industrial: Holanda (Fonte: Velthuijsen, 1993)	PMI: Suécia (Fonte: Rohdin e Thollander, 2006)	PMI: Itália (Fonte: Trianni e Cagno, 2011)
1. Grau de fiabilidade das medidas de URE; 2. Garantia de qualidade; 3. Rentabilidade; 4. Processo produtivo; 5. Garantia de flexibilidade de produção; 6. Melhoria da imagem do desempenho ambiental; 7. Apoios governamentais (subsídios); 8. Valor e grau de incerteza em relação ao preço da energia/Representatividade da factura energética; 9. Investimento extra/ Possibilidade financeiras; 10. Futuras novas tecnologias; 11. Expectativas de mercado/competitividade da empresa; 12. Indicadores ambientais; 13. Trabalho extra e outros inconvenientes; 14. Custos de pesquisa e desenvolvimento (R&D, <i>Research and Development</i>); 15. Não constitui a principal actividade da empresa;	1. Falta de tempo ou outras prioridades;* 2. Outras prioridades para o investimento de capital;** 3. Acesso a capital/Ausência de financiamento; 4. Custos ou inconvenientes associados à interrupção da linha de produção; 5. Ausência de sub-monitorização, isto é, medições energéticas à escala sectorial; 6. Dificuldades no acesso à informação relativa ao consumo energético do material adquirido; 7. Falta de conhecimentos técnicos/pessoal especializado;* 8. Reduzida prioridade dada à gestão energética/ Objectivos energéticos não assentam na operação, manutenção e aquisição de equipamentos; 9. Falta de reconhecimento dos benefícios da eficiência energética por parte dos colaboradores; 10. Riscos técnicos, como os associados à disrupção da linha de produção; 11. Organização pequena; 12. Cadeia do processo de decisão longa/ Conflitos de interesses no seio da empresa. 13. Informação imperfeita referente às oportunidades de eficiência energética; 14. Custo da identificação, análise custo-eficácia e adjudicação de oportunidades; 15. Possível fraco desempenho do equipamento/ Tecnologias desadequadas ao local de implementação; 16. Incertezas referentes ao futuro da empresa;	1. Acesso a capital, público ou privado; 2. Informação imperfeita referente às oportunidades de eficiência energética; 3. Falta de informação para apoio à decisão; 4. Falta de conhecimentos técnicos/pessoal especializado;* 5. Outras prioridades para o investimento de capital;** 6. Falta de tempo ou outras prioridades;* 7. Dificuldade em reunir conhecimentos técnicos/pessoal especializado externo; 8. Falta de reconhecimento dos benefícios da eficiência energética por parte dos colaboradores e/ou dos órgãos de gestão; 10. Dificuldade de implementação de intervenções técnicas e/ou de intervenções do SGE;

(*) – Barreiras associadas a *hidden costs*;

(**) – Barreira relacionada ao risco e incerteza dos investimentos e/ou baixa redução da factura energética.

2.4.3 Linhas de orientação para a formulação de políticas

A aprendizagem do melhor conjunto de instrumentos e *mix* de políticas utilizados a nível internacional, permite gerar um quadro de linhas orientadoras para a construção de políticas de incentivo à melhoria do desempenho energético. Estas orientações encontram-se esquematizadas no quadro 2.6 e permitem ajudar as instituições responsáveis a adoptar as melhores estratégias. Contudo, a sua análise terá que acautelar níveis de governância, aspectos políticos e jurídicos e oportunidades de melhoria, que divergem consoante o caso de estudo (WEC, 2011).

Quadro 2.6 - Linhas de orientação para a formulação de políticas energéticas
(Fonte: UNEP, 2006).

Políticas de eficiência energética
<ul style="list-style-type: none">• Eliminação de subsídios energéticos: Os subsídios geram subvalorização da poupança financeira associada à redução do consumo energético, constituindo assim desincentivos a investimentos em eficiência energética (Efeito ricochete);• Utilização de políticas fiscais: Permitem incentivar investimentos e torná-los equitativos entre empresas;• Fundo à eficiência energética: O retorno financeiro da aplicação de impostos energéticos deve reverter para a criação de fundos de apoio (Ex: aplicação de taxas energéticas).
Programas industriais
<ul style="list-style-type: none">• Benefícios da eficiência energética: Deve ser transmitida às empresas informação referente aos benefícios da eficiência energética;• Auditorias energéticas: Fornecer assistência técnica e as ferramentas necessárias à monitorização de consumos energéticos e à identificação de focos de poupança;• SGE: Assistência à melhoria dos sistemas de gestão da indústria;• Recompensa: Quando é verificada a colaboração voluntária na implementação de novas medidas e/ou são comprovadas reduções do custo associado à produção;• Sistemas de apoios: Desenvolvimento de alternativas de apoio financeiro a indústrias que geralmente não estão abrangidas.
Programas de apoio financeiro
<ul style="list-style-type: none">• Sistema de incentivos: Fornecimento de fundos de empréstimo específicos ao sector financeiro, com vista à facilitação do acesso a capital para investimentos em eficiência energética;• Subsidição de fundos de garantia: Em casos em que o risco dos investimentos pode ser impeditivo de aceder a capital no sector financeiro, ou em que a indústria não consegue fornecer suficientes garantias para que seja atribuído o empréstimo.

O desenho de estratégias e políticas que promovam a eficiência energética terá ainda que ter em conta vários aspectos, nomeadamente o balanço entre a natureza das várias medidas de URE, a flexibilidade no processo de eleição e os riscos associados à implementação de novas medidas (Langniss e Praetorius, 2004). A introdução de novos instrumentos, sob outros já implementados, envolve sinergias e trocas que deverão ser antecipadamente acuteladas para que não sejam geradas falhas na política energética industrial, nem os chamados “incentivos perversos”, desincentivadores de eficiência (WEC, 2011).

Outro risco que terá de ser equacionado é o chamado efeito ricochete, isto é, quando as medidas de promoção à eficiência energética não reduzem o consumo tanto como projectado. Este fenómeno é observado quando os preços dos serviços energéticos acabam por ser tão reduzidos,

que se verifica um aumento da sua procura (Ekins, 2009). Também o grau de liberalização do sector energético tem um impacto na política energética, pelo que os instrumentos terão que ser ajustados à estrutura de mercado existente (WEC, 2011). Por fim, a aplicação de medidas com benefícios fiscais a investimentos em tecnologias poderá gerar *free riders*, pelo que o desenho de programas não poderá aplicar este instrumento económico a medidas que já são rentáveis (de Beer, 2000).

De facto, é importante referir que não existe uma solução perfeita. Na maioria dos casos, as melhores práticas são difíceis de identificar. A utilização de recursos energéticos e respectivos preços, estrutura governamental e condições de mercado diferem de país para país. O *mix* de políticas terá que ser adequado à realidade energética de cada um (Tanaka, 2011; WEC, 2011).

Contudo, é também possível observar um padrão das melhores práticas internacionais adoptadas, correspondendo estas à integração de políticas fiscais em programas que visem a melhoria do desempenho energético nas indústrias. Esta combinação permite, através de um estímulo económico, alertar e incentivar os agentes envolvidos a reduzir os custos associados ao consumo energético e à emissão de GEE nas suas instalações (EFCSEP, 2005).

A figura 2.7 vem corroborar, em parte, estas conclusões. Ilustra as medidas com maior e menor impacto esperado, bem como aquelas que ainda não são conclusivas. Segundo esta, os instrumentos de mercado são os que apresentam maior impacto na redução de consumos, bem como os voluntários e acordos negociados, apesar do facto de serem muito recentes, os tornar alvo de um elevado grau de incerteza (MURE, 2009).

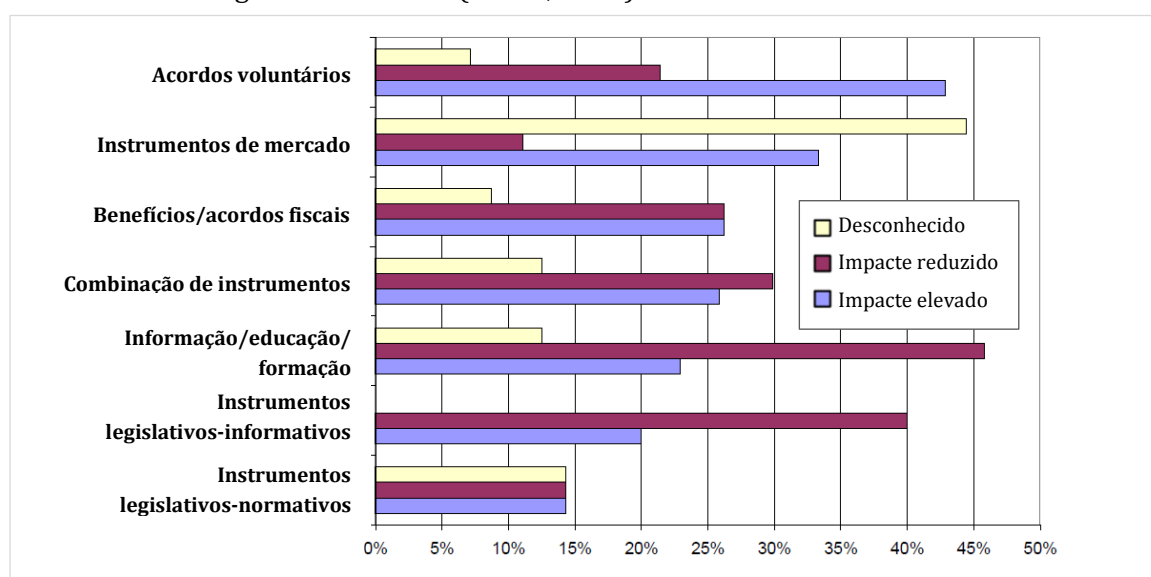


Figura 2.7– Impacto das medidas e instrumentos na promoção da eficiência energética na indústria, para a União Europeia, desde 1990 (ODYSSEE e MURE, 2009).

A nível nacional, e segundo um estudo realizado por Tanaka, as políticas energéticas industriais a serem implementadas desde 2010 correspondem à adopção de instrumentos de regulação aplicados a equipamentos, processos industriais e SGE; aplicação de impostos energéticos directos (e.g. imposto ISP); incentivos fiscais directos, sob a forma de subsídios; e identificação de oportunidades, nomeadamente através de auditorias energéticas (Tanaka, 2011).

2.5 Portugal e Europa: estado da arte e oportunidades de melhoria

2.5.1 Estudo de políticas energéticas industriais

A análise de políticas energéticas adoptadas pelos países da União Europeia pressupõe o reconhecimento de que não existem medidas que se enquadrem a todos os países, tipos de indústrias e contextos económicos. A implementação de novas tecnologias enfrenta ainda múltiplas barreiras, que terão de ser ultrapassadas por acção de um conjunto de instrumentos específicos para cada país (Tanaka, 2011).

Contudo, o facto dos usos energéticos da indústria transformadora não dependerem do clima, geografia, consumo ou rendimento das populações, facilita a comparação entre países no que diz respeito à eficiência dos processos industriais (IEA, 2007). As experiências de outros países, relativas à adopção de diferentes mix de políticas energéticas, torna mais fácil a aprendizagem das suas consequências positivas e negativas. Para tal, é necessário salvaguardar que esta comparação é apenas possível quando são, tal como anteriormente citado, devidamente conhecidas as barreiras implícitas ao caso de estudo (Thollander e Dotzauer, 2010).

2.5.2 Análise da políticas energéticas

A introdução de políticas energéticas aplicadas à indústria surgiu em consequência do primeiro choque petrolífero, em 1973. A nível nacional, a preocupação com o consumo energético deu origem ao Regulamento de Gestão do Consumo de Energia (RGCE), publicado em 1982 (DL 58, 1982). Aplicável a qualquer instalação consumidora de energia, tinha por objectivo instalar processos de gestão energética, a realização de auditorias energéticas e o cumprimento de Planos de Racionalização do Consumo de Energia (PREn). Este plano foi posteriormente substituído pelo actual SGCIE, Sistema de Gestão de Consumos Intensivos Energéticos (DL 71, 2008).

Paralelamente ao RGCE, surgiram outros programas, muitas vezes com apoios comunitários. É o caso do SEURE, Sistema de Estímulos à Utilização Racional de Energia e ao Desenvolvimento de Novas Formas de Energia, em 1986, visando o apoio a projectos de economia energética. Veio em 1988 ser substituído pelo SIURE, Sistemas de Incentivos à Utilização Racional de Energia, no âmbito no primeiro Quadro Comunitário de Apoio (QCA).

Ainda dentro dos QCA, surgem entre 1994 e 1999 o Programa Energia, financiado pela Intervenção Operacional de Energia e correspondendo ao segundo QCA; bem como o MAPE, Medida de Apoio ao Aproveitamento do Potencial Energético e Racionalização de Consumos, entre 2001 e 2006 e correspondendo ao terceiro QCA.

Contudo, foi a adesão de Portugal à CEE em 1986 que veio alterar o panorama geral desta temática. A promoção da redução de consumos energéticos no sector industrial nacional passou a ser estimulada pela adopção de estratégias, planos e metas traçadas a nível europeu. Destaca-se a adopção do Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE), resultante da adopção da directiva 2006/32/CE, referente a Serviços energéticos, bem como da aprovação da ENE 2020, Estratégia Nacional para a Energia. O financiamento das medidas nele inseridas,

como a promoção à eficiência energética, é realizado por meio do Fundo de Eficiência Energética (FEE) e do Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN) (DGEG, 2012).

Também a Estratégia Europeia 2020 é aplicada a indústrias. Tem por objectivo, até 2020, a redução de 20 % das emissões de GEE, uma quota de 20 % de energias renováveis no fornecimento energético e um aumento da eficiência energética de 20 % (EC, 2011). Esta estratégia vem assim sublinhar a importância para a competitividade das empresas de investir em medidas custo-eficazes de eficiência energética (Trianni e Cagno, 2011).

Mais recentemente, foi criada a Directiva da Eficiência Energética (DEE). Vem revogar a Directiva dos Serviços Energéticos e visa transformar alguns dos aspectos do Plano de Eficiência Energética em medidas vinculativas. Apresenta como vantagens a obrigação dos Estados-Membro desenvolverem programas que incentivem as PMI a submeterem-se a auditorias energéticas, tal como era previsto pelo Plano de Eficiência Energética Europeu, sendo que as restantes deverão ser obrigadas a realizá-las em intervalos de três anos (DEE, 2011; EEP, 2011). Adicionalmente, deverão ser analisados e removidos obstáculos regulamentares e não regulamentares, como o fornecimento de incentivos distorcedores. Contudo, verifica-se que os Estados-Membro mantêm a margem de escolha dos instrumentos de promoção escolhidos, facto justificado pela diversidade de panoramas nacionais no cerne dos EU-27 (DEE, 2011).

O projecto ODYSSEE MURE, realizado pela agência francesa ADEME em colaboração com a *Intelligent Energy Europe Programme* da Comissão Europeia (CE), possibilita constatar os resultados obtidos da aplicação de políticas e estratégias de promoção da eficiência energética na indústria, para a EU-27, Noruega e Croácia (ODYSSEE MURE, 2009). A figura 2.8 esquematiza os diferentes mix de políticas energéticas aplicadas à indústria transformadora.

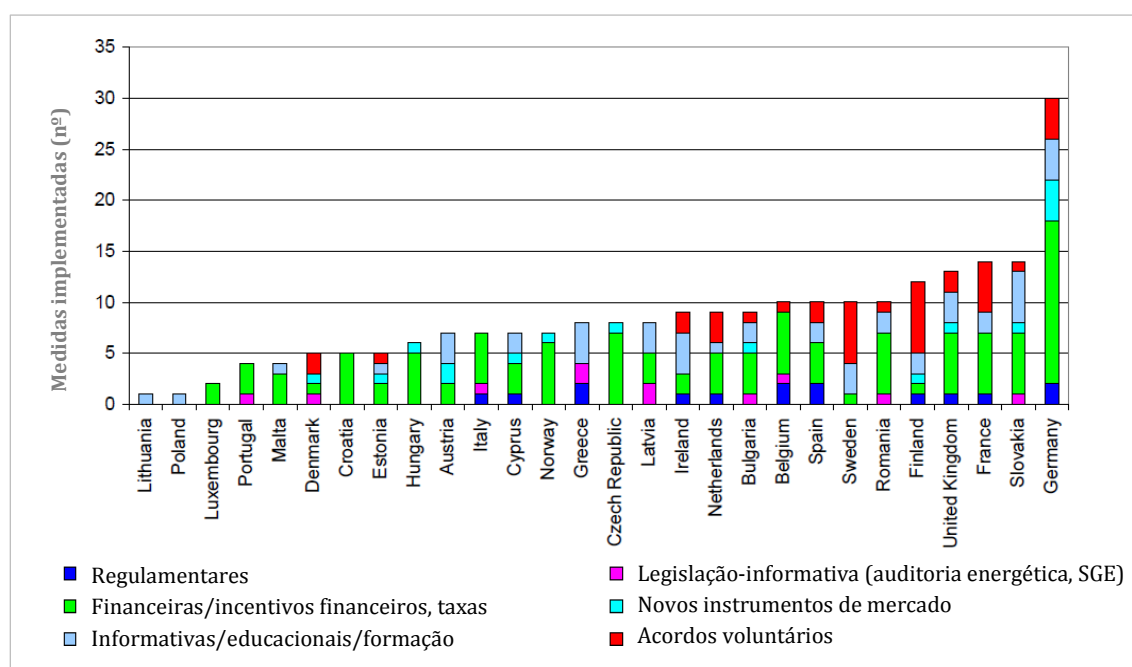


Figura 2.8 - Número de medidas aplicadas à indústria na União Europeia, por país (Fonte: ODYSSEE MURE, 2009).

Os resultados obtidos por este estudo demonstram que, mesmo sob a adopção de uma mesma estratégia conjunta, os países em estudo adoptam políticas energéticas significativamente

diferentes em diversidade de tipologias e magnitude. A figura 2.8 ilustra ainda que Portugal apresenta, comparativamente aos restantes, uma fraca aposta em instrumentos de promoção à eficiência energética na indústria (ODYSSEE e MURE, 2009).

De facto, apesar das estratégias europeias conjuntas, o quadro geral é ainda difuso. Um dos factores explicativos da falta de harmonização e integração vertical parece assentar nas diferentes posições tomadas por cada Estado-Membro. Enquanto que em alguns casos são traçadas metas e programas mais ambiciosos, noutros, como Portugal, tal não se verifica. Este resultado deve-se fundamentalmente ao facto da política nacional de eficiência energética estar frequentemente subordinada a outros domínios da política, facto este que a DEE não vem alterar.

A actual revisão do PNAEE, com base nos resultados obtidos e lições aprendidas, e a implementação da primeira DEE, pretendem vir ao encontro destas preocupações. Cabe a cada Estado-Membro, enquanto entidades independentes, adoptar o pacote de políticas integradas e eficazes. É o caso da definição de obrigações e de instituições, infra-estruturas e agências responsáveis, bem como o estabelecimento de fundos nacionais, e não comunitários, dirigidos à eficiência energética no sector (EEW, 2011).

2.5.3 A estrutura industrial portuguesa

Organização da indústria transformadora

O panorama nacional de consumos energéticos da indústria transformadora pode ser compreendido em três sectores: (i) indústrias registadas no CELE, não abrangidas pelo programa referido, (ii) indústrias registadas no SGCIE ou no RGCE em fase de transição para o SGCIE e (iii) as PMI.

O CELE, implementado no âmbito do PNALE - Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão, é um mecanismo criado pela União Europeia que visa ajudar os Estados-Membro a cumprirem os objectivos definidos ao abrigo da assinatura do Protocolo de Quioto, em 1997 (APA, 2012a). Baseia-se na criação de um mercado de compra e venda de licenças de emissão de instalações muito poluentes. Estas podem ser adquiridas directamente junto de outras instalações que não tenham necessidade de as utilizar, ou através de agentes correctores, bancos ou mercados intermediários (EFCSEP, 2005). Tem como principal objectivo promover a diminuição da emissão de poluentes atmosféricos, obrigando as instalações a melhorar os seus sistemas produtivos, e penalizando monetariamente as que não demonstrem melhorias, que necessitam assim de adquirir novas licenças.

As indústrias abrangidas pelo CELE não são reguladas pelo programa SGCIE, e como tal, não apresentam a mesma obrigação regulamentar de reporte e diminuição dos consumos energéticos. Tal é justificado pela admissão de que a diminuição de emissões de GEE a que estas indústrias estão obrigadas, está directamente associada à melhoria do desempenho energético a montante. Contudo, e segundo a literatura consultada, esta assunção não se encontra correcta. Ao apenas investirem em medidas destinadas à eficiência do uso e substituição dos combustíveis fósseis, é negligenciada a eficiência de outros processos que utilizam recursos energéticos como

a electricidade. Em suma, é desconhecido o impacte da aplicação do CELE na efectiva melhoria da eficiência energética (ODYSSEE MURE, 2009).

Em segundo, surgem as indústrias registadas no SGCIE. Tal como definido pelo ponto 1. do Artigo 2º do Decreto-Lei 71/2008, de 15 de Abril, este programa é aplicável a “instalações consumidoras intensivas de energia (CIE) que no ano civil imediatamente anterior tenham tido um consumo energético superior a 500 toneladas equivalentes petróleo (500 tep/ano), com excepção das instalações de co-geração juridicamente autónomas dos respectivos consumidores de energia” (DL 71, 2008). Os sectores actualmente englobados são, para além da indústria transformadora, os sectores da agricultura e pesca, indústria extractiva e o sector das obras públicas e construção (SGCIE-ADENE, 2012).

Estas indústrias são obrigadas a realizar auditorias energéticas, cuja periodicidade dependerá do consumo energético anual total no ano anterior ao registo da indústria no SGCIE: caso seja superior a 1000 tep/ano, a periodicidade será de seis anos; mas se este valor for inferior, mas superior a 500 tep/ano, uma auditoria terá de ser realizada a cada oito anos (DL 71, 2008).

Em qualquer dos casos, terão de ser recolhidas todas as informações para a estruturação de um PREn – Plano de Racionalização de Consumo de Energia; ao abrigo do ponto 1 do artigo 7º, este terá de “[...] prever a implementação, nos primeiros três anos, de todas as medidas identificadas com um período de retorno do investimento inferior ou igual a cinco anos, no caso das instalações com consumo de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, ou com um período de retorno do investimento inferior ou igual a três anos no caso das restantes instalações.”. Posteriormente, quando este é aprovado pela entidade reguladora responsável, a DGEG – Direcção-Geral de Energia e Geologia, passa a denominar-se por ARCE - Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (DL 71, 2008).

A estas indústrias são atribuídas metas referentes a dois dos três seguintes indicadores: IE – Intensidade Energética, IC – Intensidade Carbónica e CEE – Consumo Específico de Energia. As instalações com consumos anuais superiores a 1000 tep/ano, são obrigadas a registar uma melhoria de 6 % dos indicadores IE e CEE num período máximo de 6 anos; as restantes, com consumos anuais superiores a 500 e inferiores a 1000 tep/ano terão de registar melhorias de 4 %, para os mesmos indicadores, em 8 anos. Para a IC, é obrigatório apenas que não se verifiquem piorias.

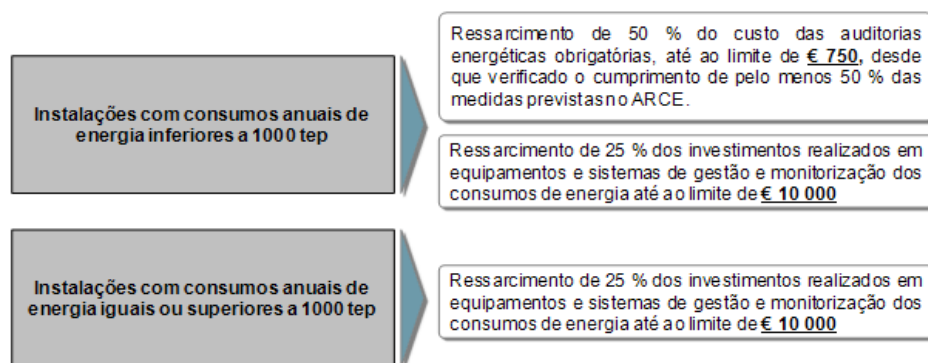


Figura 2.9 - Esquema de incentivos a indústrias abrangidas pelo SGCIE, de acordo com o consumo energético anual (tep/ano) (Fonte: SGCIE, 2012b).

No que diz respeito à introdução de incentivos, são introduzidos os descritos na figura 2.9.

As indústrias registadas no CELE ou no SGCIE apresentam ainda outro incentivo: a isenção de ISP – Imposto sobre Produtos Petrolíferos. Esta decisão faz parte da Resolução de Conselho de Ministros nº 104/2006, de 23 de Agosto, que aprova o PNAC – Programa Nacional para as Alterações Climáticas, estabelecendo que esta isenção é aplicável a combustíveis industriais e que constitui um mecanismo de incentivo à redução de GEE (MAil). A alínea f) do artigo 71º do Decreto-Lei nº 67-A/2007, de 31 de Dezembro, vem posteriormente definir que “Sejam fornecidos tendo em vista o seu consumo em instalações sujeitas ao Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE) incluindo as novas instalações ou a um Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE) no que se refere aos produtos petrolíferos e energéticos classificados pelos códigos NC 2701, 2702, 2704 e 2713, ao fuelóleo com teor de enxofre igual ou inferior a 1 %, classificado pelo código NC 2710 19 61 e aos gases de petróleo classificados pelo código NC 2711” (Lei nº67-A, 2007). Esta isenção é aplicável desde que os combustíveis industriais “sejam objecto de uma utilização energética mais eficiente e com menores emissões de CO₂”. (Portaria nº1530, 2008). As isenções que vigoram actualmente encontram-se descritas na Portaria nº 1530/2008, e o valor das taxas aplicáveis na Portaria nº 320-D/2011 (Portaria 320-D, 2011; Portaria 1530, 2008).

No que diz respeito às outras indústrias, não são reguladas nem acompanhadas no que diz respeito à melhoria do seu desempenho energético, não sendo assim obrigadas a reportar consumos nem a cumprir quaisquer metas de melhoria. O capítulo seguinte aborda mais aprofundadamente este segmento da indústria.

Pequenas e Médias Indústrias: um caso especial

Segundo o ponto 1. do artigo 2º da Recomendação da Comissão de 6 de Maio de 2003, “A categoria das micro, pequenas e médias empresas (PME) é constituída por empresas que empregam menos de 250 pessoas e cujo volume de negócios anual não excede 50 milhões de euros ou cujo balanço total anual não excede 43 milhões de euros.” (CE, 2003). A esquematização desta definição pode ser melhor compreendida pela figura 2.10.

Categoria da empresa	Efectivos: Unidade de Trabalho-Ano (UTA)	Volume de negócios anual	Balanço total anual
Média	< 250	≤ 50 milhões de euros (em 1996, 40 milhões de euros)	≤ 43 milhões de euros (em 1996, 27 milhões de euros)
Pequena	< 50	≤ 10 milhões de euros (em 1996, 7 milhões de euros)	≤ 10 milhões de euros (em 1996, 5 milhões de euros)
Micro	< 10	≤ 2 milhões de euros (anteriormente não definido)	≤ 2 milhões de euros (anteriormente não definido)

Figura 2.10 - Critérios para a definição de micro, pequena e média empresa (Fonte: CE, 2006).

A definição de PME baseia-se assim no critério de número de efectivos em primeiro lugar, seguindo-se o critério financeiro (CE, 2003). Contudo, como referido anteriormente e por decisão do autor, a definição de PMI englobará unicamente o critério energético, sendo referente a: indústrias cujo consumo energético anual, primário e secundário, não ultrapasse os 500 tep/ano.

A análise destas empresas ganha especial relevo em países como Portugal, em que estas se afiguram como as maiores responsáveis pela criação de emprego e o pilar da economia nacional (INE, 2010). Tal como evidenciado no quadro 2.7, em 2008 as PME no sector industrial representaram 99,2 % do sector da indústria transformadora, 11,8 % do total dos sectores de actividade económica nacional e 20,3 % do volume de negócios anual.

Quadro 2.7 - Indicadores das PME no sector de actividade C -Indústria transformadora, no ano de 2008 (Adaptado de: INE, 2010)

Secção da CAE (rev. 3)	PME	Pessoal ao serviço	Volume de negócios	VAB _{cf}	PME	Pessoal ao serviço	Volume de negócios	VAB _{cf}
	Nº		10 ³ euros		Peso das PME no sector (%)			
Total	349 756	2 178 493	201 765 385	48 013 339	99,7	72,5	57,9	59,8
Sector C.	41 183	565 115	40 942 437	11 173 924	99,2	78,8	50,1	60,4
Representatividade do sector (%)	11,8	25,9	20,3	23,3	<i>Não aplicável</i>			

A comparação entre IEI e PMI impõe-se assim naturalmente, ganhando magnitude quando consideradas as dificuldades destas últimas cumprirem a legislação ambiental. De facto, as PMI desconhecem frequentemente as obrigações ambientais a que estão submetidas, bem como os benefícios associados à melhoria do seu desempenho ambiental.

Nesse sentido, foi criado o Programa de Apoio à Conformidade Ambiental para PME lançado pela Comissão Europeia. Algumas das soluções passam por minimizar os encargos administrativos das empresas, ajudar à integração de preocupações ambientais no respectivo plano de actividades e disponibilizar o financiamento (EC-ECAP, 2012).

Outra das barreiras mais comuns constitui a barreira financeira, que impede estas empresas de investirem em medidas de URE. Nestes casos, é recomendável a aplicação de pacotes específicos de medidas, destacando-se empréstimos a estes investimentos. Contudo, verifica-se que existe um número muito reduzido de programas de apoio financeiro destinados a estas indústrias. Esta constatação é agravada pelo facto de ser financeiramente mais fácil a atribuição de ajudas de custo a estas empresas, do que às IEI (ODYSSEE MURE, 2009).

Tal como referido anteriormente, o estudo das barreiras é específico de cada país (Thollander e Dotzauer, 2010). Segundo dados do programa SGCIE, as PMI representam 34 % do consumo energético total dos sectores por ele abrangidos, sendo desconhecido o valor apenas para a indústria transformadora (SGCIE-ADENE, 2012). Como tal, e dadas as constatações acima enunciadas, é fulcral a compreensão da verdadeira magnitude de consumos das PMI, bem como a realização de um estudo das barreiras à eficiência energética.

2.6 Casos de estudo

2.6.1 Programa Sueco para a energia industrial das PMI

O Programa Sueco para a consumos energéticos das PMI foi implementado em 2010, em resultado da implementação da DSE, entre outros factores. Em primeiro lugar, devido a um potencial de economia energética de 50 % para estas empresas. Em segundo, porque são energeticamente mais intensivas do que a média europeia, o que levaria a uma perda de competitividade deste sector com a homogeneização do mercado europeu de electricidade.

Destinado a instalações com consumos anuais superiores a 500 kWh, cerca 108 ktep, tem por objectivo a promoção da melhoria do desempenho energético. O ponto de partida passa pela realização de auditorias energéticas total ou parcialmente subsidiadas, incentivando assim a participação no programa. Adicionalmente, são criados acordos voluntários de redução de consumos energéticos, o que requer, à semelhança do SGCIE, a submissão de um PREn.

As poupanças energéticas estão estimadas entre os 700 e os 1400 GWh/ano e encontram-se previstos subsídios até 50 % dos custos totais das auditorias.

Por último, é de referir que o desenho deste programa teve por base um estudo aprofundado das barreiras à eficiência energética destas instalações, no qual foram identificadas o difícil acesso a crédito e as diferentes prioridades de investimento (Rohdin e Thollander, 2006). Assim, e apesar da semelhança com o contexto português, a formulação deste programa serve apenas para orientar metodologicamente este trabalho (Thollander e Dotzauer, 2010).

2.6.2 A Alemanha e a aplicação de ecotaxas

A introdução da RFA na Alemanha teve o seu início em 1999, com o objectivo de promover a protecção do ambiente e a criação de empregos. Em 2005, era já responsável pela criação de 250 000 novos postos de trabalho. Tem vindo desde então a ser readaptada, abrangendo actualmente mais sectores para além do industrial (EFCSEP, 2005).

Assenta na introdução de uma taxa ao consumo energético e no aumento sucessivo dos impostos nos combustíveis fósseis, incentivando assim a aposta em eficiência energética e energias renováveis ao tornar a energia cada vez mais cara. O retorno da aplicação das ecotaxas reverte em 90 % para um esquema de pensões público que visa diminuir os custos não salariais associados ao trabalho. Permite assim, ao tornar o trabalho mais barato, gerar um incentivo directo à contratação de novos colaboradores, e indirecto, promovendo à melhoria do desempenho energético (Knigge e Görlach, 2005).

A aplicação deste instrumento fiscal não tem tido os mesmos resultados em todos os sectores a que tem sido aplicado. Contudo, foi na indústria transformadora onde se verificaram alguns dos melhores resultados, tendo sido mesmo registado um decréscimo da carga fiscal destas empresas, em consequência da diminuição de custos com trabalhadores. Este resultado ganha especial relevo por estas empresas competirem a nível internacional.

3. METODOLOGIA

3.1 Descrição geral

A metodologia seguida encontra-se na figura 3.1 e pode ser descrita em três partes – (i) revisão de literatura, (ii) recolha e tratamento dos dados e (iii) desenvolvimento de propostas.

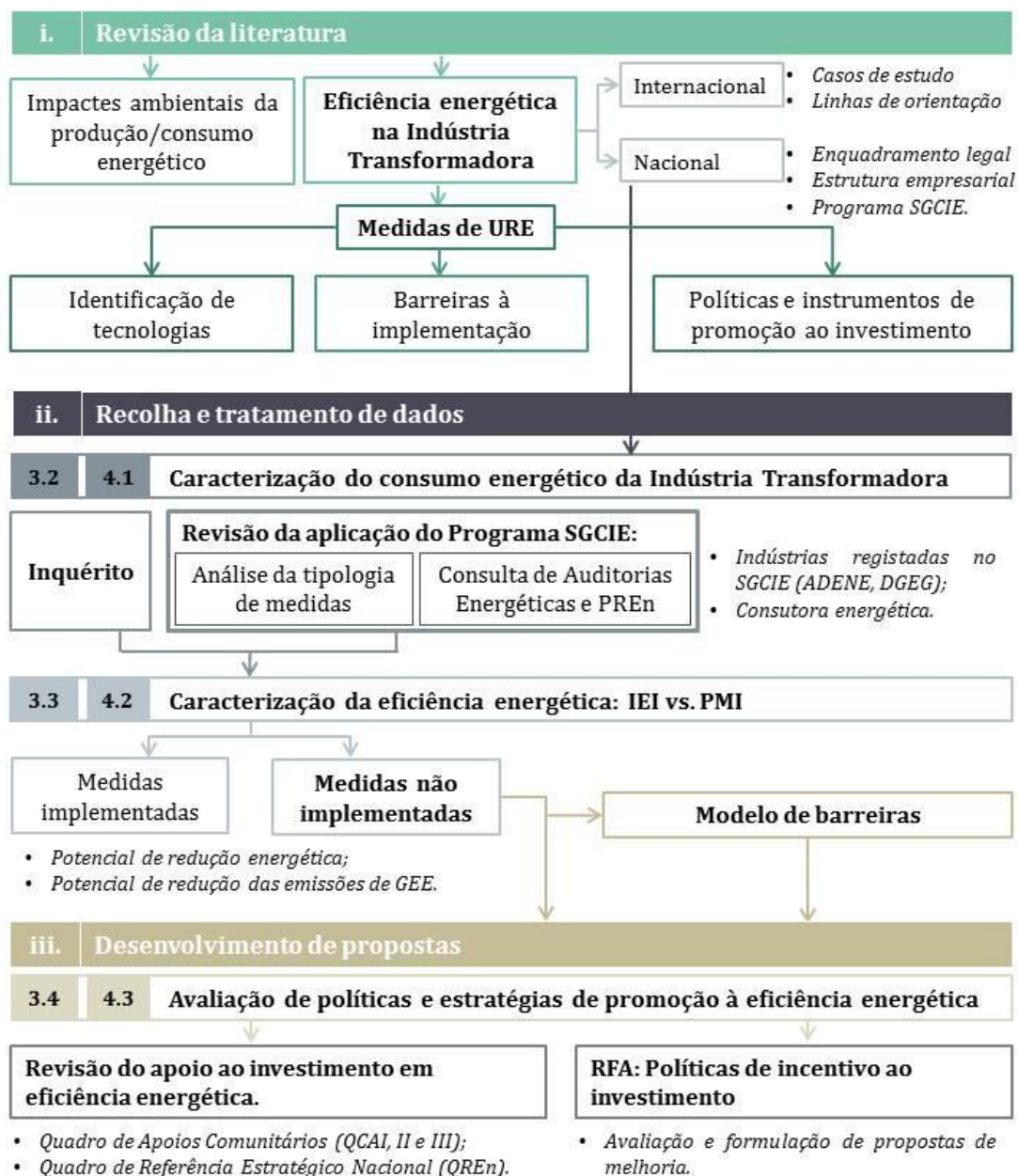


Figura 3.1 - Esquema geral do processo metodológico.

Decidiu-se atribuir uma nomenclatura específica às tipologias de indústrias estudadas, de modo a responder aos objectivos estipulados para o presente estudo. A denominação adoptada foi:

- IEI – Indústrias Energeticamente Intensivas: indústrias transformadoras englobadas no CELE, no SGCIE ou no RGCE e em fase de transição para este último; os consumos energéticos anuais são iguais ou superiores a 500 tep/ano;
- PMI – Pequenas e Médias Industrias: instalações industriais cujo consumo energético anual seja inferior a 500 tep/ano.

3.2 Caracterização do consumo energético da indústria transformadora nacional

O programa SGCIE destina-se aos sectores da agricultura e pescas, da indústria extractiva, da indústria transformadora e das obras públicas e construção; o consumo energético deste conjunto representa 24% do total de consumos nacionais para o mesmo grupo de actividades (SGCIE-ADENE, 2012). No decorrer da revisão da literatura não foi identificada a representatividade do consumo energético apenas para a indústria transformadora.

No sentido de aceder aos dados referentes à implementação destes programas apenas para o sector em estudo, foi estabelecida uma cooperação com a ADENE – Agência para a Energia. Procedeu-se assim à correlação entre os valores de consumo energético da indústria transformadora e os dados referentes ao consumo energético das indústrias registadas no SGCIE. Para tal, recorreu-se ao balanço energético da DGEG (DGEG, 2010).

O mesmo foi solicitado à APA – Agência Portuguesa do Ambiente, com a qual foi estabelecido contacto com vista à consulta dos consumos energéticos das instalações registadas no CELE. Contudo, esta solicitação foi-nos recusada, tendo sido alegada a dificuldade em garantir a confidencialidade dos dados.

De facto, estas instalações não são obrigadas a reportar os seus consumos energéticos, apenas as emissões de GEE (CO₂ eq). Esta informação poderia servir de referência para calcular os consumos energéticos, com base nos factores de emissão estimados para cada combustível (Despacho nº17313, 2008). Contudo, seria necessário conhecer a fonte energética a que as emissões reportadas dizem respeito. Esta informação não consta do inventário de emissões de forma segmentada, inviabilizando também este procedimento.

Como tal, optou-se por realizar uma estimativa tendo por base as emissões de GEE das instalações registadas no CELE e o registo de emissões de GEE a nível nacional (APA, 2011, 2012b). Para tal, foi assumido o pressuposto de que as emissões de CO₂ eq de uma dada instalação são directamente proporcionais ao consumo energético, independentemente do sector da indústria transformadora. De outro modo:

$$\frac{\text{Total de emissões de CO}_2 \text{ eq (CELE)}}{\text{Total de emissões de CO}_2 \text{ eq da indústria transformadora nacional}} = \frac{\text{Total consumo energético (CELE)}}{\text{Total de consumos energéticos da indústria transformadora nacional}}$$

A estimativa mais recente realizada pela ADENE indicava existirem 2400 registos no CELE, correspondendo no seu total a 41 % do consumo energético total nacional do conjunto dos sectores da agricultura e pescas, da indústria extractiva, da indústria transformadora e das obras

públicas e construção. Como tal, é esperado que o consumo energético total das instalações pertencentes apenas à indústria transformadora seja de semelhante ordem de grandeza.

De modo a facilitar a análise, foram relacionados os códigos DGEG e CAE – rev. 3, que se encontram no quadro 3.1 (DGEG, 2010; INE, 2007).

Quadro 3.1 - Correlação entre classificação de actividade indústrias da DGEG e códigos CAE – rev. 3 (Fonte: DGEG, 2010; INE, 2007).

Sector de actividade industrial		
Nomenclatura DGEG	Código DGEG	Código CAE (rev. 3)
Alimentação, bebidas e tabaco.	10.3.1	100, 110 e 120
Têxteis	10.3.2	130
Papel e Artigos de Papel	10.3.3	170
Químicos e Plásticos	10.3.4	190, 200, 210 e 222
Cerâmicas	10.3.5	232, 233 e 234
Vidro e Artigos de Vidro	10.3.6	231
Cimento	10.3.7	235, 236, 237 e 239
Metalúrgicas	10.3.8	242, 243, 244, 245 e 250
Siderurgia	10.3.9	241
Vestuário, Calçado e Curtumes	10.3.10	140 e 150
Madeira e Artigos de Madeira	10.3.11	160
Borracha	10.3.12	221
Metálo-electro-mecânicas	10.3.13	260, 270, 280, 290, 300 e 330
Outras Indústrias Transformadoras	10.3.14	180, 310 e 320

Por último, é de assinalar que existem instalações classificadas como IEI que não se encontram registadas no SGCIE nem no CELE. Estas primeiras encontram-se ainda abrangidas pelo programa RGCE, que tem vindo a ser substituído pelo SGCIE (DL 71, 2008). O último Relatório Síntese – SGCIE, referente aos resultados da aplicação do programa SGCIE até Julho de 2012, indica que as IEI ainda registadas no RGCE conta ainda com 299 registos; representavam 5 % do consumo energético do total de consumos dos sectores da agricultura e pescas, da indústria extractiva, da indústria transformadora e das obras públicas e construção a nível nacional (SGCIE-ADENE, 2012).

De modo a simplificar a análise de resultados e a formulação de políticas futuras, optou-se por não proceder à caracterização energética das instalações ainda registadas no RGCE. Admite-se ainda que a representatividade do consumo energético no total de consumos da indústria transformadora nacional será menor do que 5 % do consumo energético, já que os 299 registos referidos não incluem apenas este sector.

Em suma, para cada sector da indústria transformadora nacional, admite-se que:

$$\sum_{i=1}^3 \text{Consumo energético sector } x = \sum_{i=1} \text{instalações SGCIE} + \sum_{i=1} \text{instalações CELE} + \sum_{i=1} \text{instalações PMI}$$

3.3 Caracterização da eficiência energética da indústria nacional

3.3.1 Tarefas

Uma vez conhecida a distribuição de consumos energéticos da indústria transformadora, procedeu-se à caracterização do grau de eficiência energética no sector. Este estudo foi realizado por meio a: (i) compreender e aplicação do actual programa de promoção à eficiência energética, o SGCIE; (ii) identificar a tipologia de medidas de URE usualmente aplicadas ou não aplicadas; e (iii) caracterizar as instalações e correspondentes barreiras à aplicação de medidas de URE.

Para este efeito, foi necessário recorrer: (i) à DGEG, entidade responsável pela detenção das auditorias energéticas, pela aprovação do PREN e emissão dos ARCE; (ii) ao inquérito *online*, de modo a abranger PMI na amostra; (iii) à consultora energética, por forma a aumentar o número de instalações industriais na amostra final.

A análise de medidas identificadas na auditoria energética teve por objectivo identificar o investimento inicial (€), o PVU - período de vida útil (anos) e a redução energética anual (tep/ano) que decorre da sua integração na instalação industrial. A partir destes valores, foi possível verificar o valor da economia energética anual (€/ano); esta depende fundamentalmente dos custos associados à energia comprada e à manutenção e operação de equipamentos.

A partir destes valores, foi possível calcular o custo de energia poupada (€/tep). Este indicador de custo-benefício permite verificar a rentabilidade da medida, sendo que quanto maior for a diferença entre o seu valor e a tarifa energética, mais vantajoso é o investimento (Melo, 2003).

$$(1) \quad \text{Custo da energia poupada} = \frac{\text{Investimento inicial anual}}{\text{Redução energética anual} \times \text{PVU}}$$

Na ausência de informação referente ao PVU de uma dada medida, é possível determinar também a sua rentabilidade. Para tal, foi utilizado o indicador custo de investimento por energia poupada €/ (tep.ano). Para o seu cálculo, foi utilizada a expressão (1) sem o factor PVU.

Outro indicador que permite avaliar a viabilidade económica é o PRI, que indica o número de anos em que é recuperado o investimento inicial. Permite avaliar a viabilidade económica de uma medida de URE (de Beer, 2000; INTERREG III A, 2007). O seu cálculo é dado pela expressão:

$$(2) \quad \text{PRI} = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Economia energética anual}}$$

Para o execução do ponto (iii), os indicadores utilizados foram: o investimento inicial, o PRI, a redução da factura energética anual, a melhoria do sistema produtivo, a redução de GEE e a melhoria da imagem do desempenho ambiental da instalação.

3.3.2 Revisão da aplicação do programa SGCIE

Em primeiro lugar, procedeu-se à análise de medidas implementadas, segundo a sua tipologia. Este ponto foi levado a cabo através da consulta de dados cedidos pela ADENE, referentes aos resultados esperados com a aplicação do ARCE. Nesta amostra constavam 457 indústrias transformadoras.

Posteriormente, foi registado o potencial de redução energético implementado, consultado nos PREn, face ao teóricamente identificado nas auditorias energéticas. Para tal, foi necessário consultar estes documentos junto da entidade responsável, a DGEG. Procedeu-se assim ao estabelecimento de um protocolo de cooperação e confidencialidade com esta entidade e a consulta foi levada a cabo no período entre 21 e 22 de Agosto de 2012.

O procedimento metodológico adoptado encontra-se descrito nos seguintes sub-capítulos.

Análise da tipologia de medidas

As medidas de URE aplicáveis à indústria podem ser transversais (MT) ou sectoriais (MS). Estas últimas revestem-se de grande importância nas instalações em que são aplicadas, ao incidirem sobre a melhoria de processos industriais específicos da instalação, mas é às primeiras que se encontra associado um maior potencial de poupança (SGCIE-ADENE, 2010).

Este resultado foi verificado para o conjunto de empresas de actividade económicas abrangidas pelo SGCIE, e não apenas para as indústrias transformadoras. Como tal, procedeu-se à identificação do verdadeiro potencial de redução energética de cada tipologia de medidas. Estas foram ainda caracterizadas no que diz respeito ao PRI, ao potencial de redução energético e de emissões de GEE.

O software utilizado para o efeito foi o Microsoft Excel™ 2010 EN. As fórmulas utilizadas foram “AVERAGE()”, para o cálculo da média, “STDEV” para o desvio padrão e “QUARTILE” para o cálculo da mediana e dos quartis de 25 % e 75 % ($Q_{1/4}$ e $Q_{3/4}$). Foram ainda construídas as *boxplots* a partir do mesmo software.

Consulta de Auditorias Energéticas e PREn

Este exercício teve por objectivo compreender o potencial de melhoria de eficiência energética, face ao potencial total identificado. Assim, para cada caso de estudo, foram consultadas as seguintes características:

- Consumo energético anual;
- Medidas implementadas e não implementadas;
- Caracterização das medidas, através da lista de indicadores apresentada.

A escolha dos critérios teve por base o estudo de casos semelhantes aos das PMI. De outro modo, pretendeu-se analisar indústrias da mesma classificação CAE para as quais as PMI apresentavam um elevado grau de representatividade no panorama nacional de consumos energéticos da indústria transformadora. Adicionalmente, pretendeu-se corroborar os dados que tinham sido obtidos no inquérito a PMI, que foi realizado anteriormente, à consulta destes relatórios.

Em suma, a escolha das indústrias para a consulta de dados seguiu os critérios:

1º) Indústrias cujas auditorias energéticas se encontravam disponíveis na DGEG; tal porque se pretendia correlacionar as medidas efectivamente em execução, enunciadas no PREn, com as medidas identificadas mas não implementadas, apenas descritas na auditoria energética.

2º) Indústrias de sectores de actividade para os quais se verifique, em termos energéticos: (i) uma grande expressão de PMI, sem quaisquer registos no CELE e com pouca expressão no SGCIE; (ii) com um consumo significativo do total da indústria nacional, com alguns registos no CELE e no SGCIE; e (iii) instalações com maiores consumos energéticos a nível nacional.

3º) Outras indústrias escolhidas com base na amostra obtida no inquérito, de modo a corroborar os dados e a possibilitar alargar a amostra sectorial; de outro modo, a evitar que na amostra total não constassem sectores de actividade apenas com uma instalação industrial.

Os registos no CELE foram consultados na lista de Títulos de Emissão de GEE (TEGEE), emitidos entre 2008 e 2012, consultada no portal da APA referente a este instrumento (APA-TEGEE, 2012). Foi efectuada uma pesquisa individual de cada instalação registada, de modo a conhecer o código CAE e assim identificar apenas as indústrias transformadoras.

3.3.3 Inquéritos

A metodologia seguida para a elaboração deste inquérito foi baseada no trabalho realizado por Velthuijsen aplicado a instalações industriais, e de Trianni e Cagno, a PMI (Trianni e Cagno, 2011; Velthuijsen, 1993).

A sua realização teve por principal objectivo englobar instalações industriais de menores consumos energéticos anuais, não abrangidas por qualquer regulamentação de desempenho energético. Contudo, o inquérito foi dirigido também a IEL.

A construção do inquérito foi realizada através da plataforma Google Docs™, disponibilizada *online*. Com o intuito de divulgá-lo de forma mais simples, foi criado um *website* para o efeito (<https://sites.google.com/site/eeindtransformadora/home>). O seu preenchimento esteve disponível entre 15 de Maio e 15 de Setembro de 2012, e pode ser consultado no anexo III.

O *website* foi inicialmente divulgado junto de confederações e associações industriais nacionais; simultaneamente, foram pesquisadas as indústrias transformadoras nacionais com registo no EMAS e/ou com a norma ISO 14001:2004. Esta abordagem foi escolhida tendo pelo pressuposto que estas indústrias, ao enquadrarem um SGA – Sistemas de Gestão Ambiental, teriam algum colaborador encarregado da sua implementação e normal funcionamento; assim, apresentariam os dados de base tratados, estando mais preocupados com o desempenho energético e ambiental e logo, mais disponíveis para responder a este inquérito.

Contudo, é de referir que a adopção deste pressuposto induz distorções no processo de amostragem. A escolha da população estudada passa a ser feita apenas para elementos disponíveis, ou hipoteticamente mais disponíveis. Como principal consequência, as barreiras referentes a lacunas de informação, informação imperfeita e falta de reconhecimento dos benefícios da eficiência energética por parte dos colaboradores e organismos de gestão da empresa, são automaticamente eliminadas (Trianni e Cagno, 2011).

As perguntas colocadas abrangeram uma maior quantidade de informação quantitativa, e sobretudo qualitativa, comparativamente à informação retirada na consulta de dados na DGEG. Estas podem ser consultadas no quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Perguntas do inquérito disponível online.

1. Caracterização da instalação	
i	Sector de actividade da instalação (CAE rev. 3).
ii	Número de colaboradores da instalação.
iii	Localização da instalação (Distrito/Região).
2. Realização de auditorias energéticas	
i	A indústria realiza auditorias energéticas à(s) sua(s) instalação(s)?
ii	Indique a periodicidade da realização de auditorias energéticas.
iii	Indique o ano da realização da última auditoria energética.
3. Registo de consumos energéticos	
i	Quais as fontes energéticas utilizadas na indústria?
ii	Indique o ano, quantidades e unidades dos consumos energéticos.
4. Custos associados ao consumo energético	
i	Qual a representatividade da parcela de custos energéticos nas despesas da instalação?
5. Planos de racionalização de consumos energéticos (PREn)	
i	A indústria realiza algum tipo de PREn?
ii	Indique o ano da realização do último PREn.
iii	Indique, sucintamente, as razões pelas quais são, nunca foram ou já deixaram de ser realizados os PREn.
6. Identificação/Implementação de medidas de melhoria de eficiência energética.	
i	A escolha das medidas de melhoria de eficiência energética a adoptar pela instalação, é feita de acordo com que critérios?
ii	Tipicamente, são adoptadas medidas com PRI inferior a quantos anos?
iii	Quais das medidas identificadas foram adoptadas?
iv	Com as medidas de eficiência energética já realizadas, qual a percentagem de poupança de energia em relação ao consumo anterior?
v	Qual o período de implementação das medidas adoptadas?
vi	Foram identificadas medidas que permitiriam uma melhoria do desempenho energético, mas que não foram adoptadas?
vii	Quais das medidas identificadas não foram adoptadas?
viii	Quais os motivos da não aplicação das medidas identificadas?
iv	Caso as medidas seleccionadas na questão anterior tivessem sido adoptadas, qual seria a percentagem de poupança energética?
v	Qual era o Período de Retorno do Investimento (PRI) de cada uma das medidas não implementadas?
7. Conclusão (resposta opcional)	
i	Denominação da empresa e/ou instalação fabril.
ii	Responsável inquirido (Nome, contacto telefónico e/ou e-mail)

A classificação da instalação enquanto IEI ou PMI foi feita com base na informação referente à magnitude dos consumos (pergunta 3ii). No sentido de conhecer os esforços referentes à melhoria do desempenho energético, foram inquiridos os investimentos relacionados com eficiência energética (perguntas 6ii-iv). Para tal, solicitou-se que fossem identificadas e caracterizadas as medidas adoptadas e não adoptadas, com recurso à lista de medidas aplicáveis à indústria portuguesa, segundo a ADENE (SGCIE-ADENE, 2010). Esta lista encontra-se no quadro 3.3, tendo sido atribuído um código de modo a facilitar a sua análise neste trabalho.

**Quadro 3.3 – Lista de medidas de URE aplicáveis à indústria nacional
(Adaptado de: SGCIE-ADENE, 2010).**

Medidas transversais			
Sistemas accionados por motores eléctricos		MT1	Optimização de motores
		MT2	Sistemas de bombagem
		MT3	Sistemas de ventilação
		MT4	Sistemas de compressão
Produção de calor e frio		MT5	Cogeração
		MT6	Sistemas de combustão
		MT7	Recuperação de calor
		MT8	Frio industrial
Iluminação		MT9	Iluminação
Eficiência do processo industrial		MT10	Monitorização e controlo
		MT11	Tratamento de efluentes
		MT12	Integração de processos
		MT13	Manutenção de equipamentos
		MT14	Isolamentos térmicos
		MT15	Transportes
		MT16	Formação e sensibilização de recursos humanos
		MT17	Redução da energia reactiva
Medidas sectoriais			
MS1	Alimentação e bebidas	MS1.1	Optimização e esterilização
		MS1.2	Processos de separação com membrana
		MS1.3	Mudança de moinhos horizontais para verticais
		MS1.4	Destilação sob vácuo
MS2	Cerâmica	MS2.1	Optimização de fornos
		MS2.2	Melhoria de secadores
		MS2.3	Extrusão com secadores
		MS2.4	Estrusão dura
		MS2.5	Optimização de produção de pó para prensagem
		MS2.6	Utilização de combustíveis alternativos
MS3	Cimento	MS3.1	Optimização de fornos
		MS3.2	Optimização de moagens
		MS3.3	Utilização de combustíveis alternativos (p. ex. biomassa)
		MS3.4	Redução da utilização do clínquer no cimento
		MS3.5	Utilização de gás natural (em substituição do coque de petróleo)
MS4	Madeira e artigos de madeira	MS4.1	Transportadores mecânicos em vez de pneumáticos
		MS4.2	Aproveitamento de sub-produtos de biomassa
		MS4.3	Optimização de fornos de secagem contínua
MS5	Metal-electro-mecânica	MS5.1	Combustão submersa para aquecimento de banhos
		MS5.2	Reutilização de desperdícios
		MS5.3	Optimização de fornos
MS6	Metalurgia e Fundição	MS6.1	Melhoria na qualidade dos ânodos e cátodos.
		MS6.2	Sector da Fusão.
		MS6.3	Número de fundidos por cavidade.
		MS6.4	Rendimento do metal vazado.
		MS6.5	Diminuição da taxa de refugo.
		MS6.6	Despoeiramento.
		MS6.7	Aumento da cadência do ciclo.
		MS6.8	Redução de sobreesspessuras.
MS7	Pasta e Papel	MS7.1	Gaseificação/Queimas de licor negro e outros resíduos.

		MS7.2	Optimização de operações de secagem.
MS8	Químicos, Plástico e Borracha	MS8.1	Novas operações de separação (p. ex. membranas).
		MS8.2	Utilização de novos catalisadores.
		MS8.3	Optimização das destilações.
MS9	Siderurgia	MS9.1	Melhoria dos fornos eléctricos.
		MS9.2	Processos de "smelting reduction".
		MS9.3	Fundição e conformação simultâneas.
MS10	Têxtil	MS10.1	Optimização de banhos.
		MS10.2	Pré-secagem mecânica/infravermelha (IV)
		MS10.3	Aquecimento de águas por painéis solares.
		MS10.4	Optimização dos processos de produção têxtil.
MS11	Vestuário, Calçado e Cortumes	MS11.1	Melhorias em limpezas/banhos.
		MS11.2	Tecnologias de corte e união de peças.
		MS11.3	Aquecimento de águas por colectores solares.
MS12	Vidro	MS12.1	Optimização de fornos
		MS12.2	Utilização de vidro usado (reciclagem).

Segundo a literatura consultada, a construção de um modelo de barreiras permite compreender como remover os obstáculos à implementação de medidas de URE custo-eficazes. Como tal, o inquérito realizado visou a compreensão dos *drivers* à eficiência energética, ou forças motrizes (pergunta 6i), e *disturbing factors*, ou barreiras à implementação de medidas de URE (pergunta 6v) (Palm e Thollander, 2010). No primeiro caso, a metodologia seguida foi baseada no trabalho desenvolvido por Velthuisen, mas os critérios propostos foram baseados nos resultados obtidos por Trianni e Cagno, específicos para PMI e de análise comparativa menos ambígua (Trianni e Cagno, 2011; Velthuisen, 1993). Já para a identificação de barreiras, o campo de resposta foi livre. Esta decisão decorre das múltiplas e diferentes barreiras encontradas na literatura consultada, segundo a qual o seu estudo é específico de cada país (Thollander e Dotzauer, 2010).

O tratamento dos resultados destes inquéritos foi realizado através do software Microsoft Excel™ 2010 EN. Os dados subjacentes aos registos de consumos energéticos foram tratados com recurso à tabela de conversão presente ao Despacho nº 17313/2008, de 17 de Junho.

3.3.4 Tratamento Estatístico

Neste trabalho, a amostragem foi realizada por grupos, isto é, foram seleccionados aleatoriamente indivíduos com as mesmas características definidas previamente. Adicionalmente, pode também caracterizar-se o processo por amostragem pensada; tal porque, no processo de selecção de dados junto da DGEG, a amostra foi limitada a certos grupos da população em análise, por forma a estudar voluntariamente sectores específicos. Esta metodologia encontra-se descrita no capítulo 3.3.2.

Uma vez que a maioria dos dados foi recolhida junto da DGEG, e logo, corresponde a indústrias do SGCIE, optou-se por o teste de hipóteses ser apenas aplicado a estas instalações. Esta amostra corresponde a 39 das 52 presentes no tratamento de dados; as restantes 13 dizem respeito a 10 PMI, 1 instalação abrangida pelo CELE e 2 para as quais não houve conhecimento tratarem-se de IEI abrangidas por este mecanismo ou pelo SGCIE.

A metodologia utilizada para verificar a representatividade destas 39 instalações em estudo incidiu sobre o teste *t* de Student. Este teste é aplicado para a comparação de populações com

base em amostras independentes. Para tal, baseia-se no facto de que testar a igualdade das distribuições equivale a testar a igualdade dos seus valores médios ou variâncias.

No caso em estudo, era conhecido, através dos dados cedidos pela ADENE, o consumo energético anual médio das instalações registadas no SGCIE (μ_1). Os pressupostos admitidos genericamente para este teste encontram-se no quadro 3.4.

Quadro 3.4 – Pressupostos admitidos para a aplicação do teste *t* de Student.

Pressupostos	Nível de significância de 95 % ($\alpha = 0,05$)
Hipóteses	$H_0: \mu_1 = \mu_2$
	$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ (teste bilateral)
Decisão	Se $p\text{-value} \leq \alpha$, rejeita-se H_0 e $\mu_1 \neq \mu_2$.
	Se $p\text{-value} > \alpha$, não se rejeita H_0 e $\mu_1 = \mu_2$ verifica-se.

A construção da chamada *box-plot* permite caracterizar grande parte da estrutura da amostra de dados, nomeadamente no que diz respeito à localização, simetria, grau de dispersão e existência de *outliers* (**o**) e *outliers severos* (*). De modo a melhor caracterizar a amostra, foram construídas estas representações quando justificáveis; foram ainda calculadas a média (μ), o desvio padrão (σ), a variância, os mínimos e os máximos.

Os histogramas constituem diagramas de áreas formadas por rectângulos adjacentes, ordenados ao longo do eixo das abcissas de acordo com a amplitude de valores de um dado indicador estudado para a amostra em análise. O comprimento da base para todos os rectângulos é a mesma, mas a sua área é igual à frequência relativa dessa classe (área total = 1). Neste trabalho, foi construída esta representação, aplicada ao ano de realização das últimas auditorias energéticas das instalações industriais presentes na amostra.

O software Microsoft Excel™ 2010 EN foi utilizado para a construção das *boxplots*, e ao IBM SPSS™ Statistics 20, para a realização do teste estatístico e do histograma.

3.4 Avaliação de políticas e estratégias de promoção à eficiência energética

3.4.1 Revisão do apoio ao investimento

A revisão de apoios ao investimento foi realizada através da análise da aplicação dos QCA - Quadro Comunitário de Apoio - I, II e III e ao QREn - Quadro de Referência Estratégico Nacional. Estes fundos foram atribuídos nos períodos 1989 – 1993, 1994 – 1999, 2000 – 2006 e 2007 – 2013 respectivamente.

Os dados foram cedidos pela entidade institucional responsável pela gestão e aprovação de projectos candidatos, o IFDR – Instituto Financeiro para o Desenvolvimento Regional. Os mesmos correspondem apenas a atribuições cedidas no âmbito da área de energia, pelo que os resultados serão comparados numa perspectiva: investimentos na área de energia face a investimentos à eficiência energética na indústria transformadora.

Para cada um dos quadros de apoio, procedeu-se à análise individual de cada projecto aprovado. De forma a assegurar que apenas eram analisados os projectos referentes a indústrias transformadoras, realizou-se uma pesquisa personalizada para cada projecto. O mesmo se verificou para o teor descritivo da sua aplicação, de modo a compreender quais os que se destinavam apenas à melhoria do desempenho energético. Nos casos em que se verificou que a informação constante inviabilizava o procedimento de análise adoptada, optou-se por não considerar.

A caracterização de cada projecto foi feita com base nos descritores financeiros utilizados pelo IFDR, nomeadamente:

- Custo total do projecto.
- Despesa pública;
- Fundo comunitário;
- Contrapartida Pública Nacional (CPN);
- Contrapartida Nacional Privada.

As relações entre os indicadores podem ser compreendidos através das fórmulas (1), (2) e (3):

$$(1) \quad \text{Contrapartida Pública Nacional (€)} = \text{Despesa pública(€)} - \text{Fundo comunitário(€)}$$

$$(2) \quad \text{Contrapartida Nacional Privada (€)} = \text{Despesa pública(€)} - \text{Custo total(€)}$$

$$(3) \quad \text{Custo total (€)} = \text{CPN(€)} - \text{Contrapartida nacional privada(€)} + \text{Fundo comunitário(€)}$$

Consoante a empresa a que é destinado o financiamento do projecto, a CPN pode ser proveniente das seguintes fontes de financiamento: Orçamento de Estado, Autarquias, Regiões Autónomas, empresas públicas ou Outras (FEDER, 2006).

A partir dos dados obtidos, é ainda possível concluir quanto à percentagem de co-financiamento de cada projecto, a partir da fórmula (4):

$$(4) \quad \text{Co - financiamento (\%)} = \frac{\text{Despesa pública (€)}}{\text{Custo total (€)}} \times 100$$

Para este estudo recorreu-se ao software Microsoft Excel™ 2010 EN. As fórmulas utilizadas foram “AVERAGE()”, para o cálculo da média, e “STDEV”, para o desvio padrão.

3.4.2 Aplicação da Reforma Fiscal Ambiental (RFA)

A nível nacional, é possível verificar a isenção do ISP - Imposto sobre produtos petrolíferos – de combustíveis industriais a grandes indústrias (DL 71, 2008). Esta é tida como uma política de incentivo à eficiência energética, na medida em que apenas é aplicável caso as IEI se encontrem registadas (i) no SGCIE, e o seu PREn seja aprovado ou (ii) no CELE, e sejam obrigadas a reduzir as suas emissões de GEE. Isto é, este benefício é atribuído a indústrias que tenham obrigação regulamentar de melhorar o seu desempenho energético ou ambiental, respectivamente.

Contudo, as linhas de orientação para a formulação de políticas indicam que devem ser eliminados os subsídios energéticos; tal porque estes, ao reduzir os custos associados ao consumo energético, acabam por desincentivar esforços no sentido de o reduzir. Assim, gera-se

igualmente um efeito ricochete, que impede que o potencial de melhoria identificado seja de facto implementado, em consequência da aplicação do subsídio que tinha esse exacto objectivo.

No decorrer da revisão de literatura, verificou-se que as principais barreiras à eficiência energética são frequentemente de ordem financeira. De entre estas, destaca-se o acesso a capital de investimento, dificuldade esta que pode ser ultrapassada com a criação de um fundo de apoio específico à eficiência energética. Esta medida constitui uma das principais linhas de orientação para a construção de políticas energéticas, segundo as quais o fundo deverá ser financiado a partir da aplicação de impostos ou taxas energéticas.

Em suma, para que seja promovida a eficiência energética na indústria é essencial que seja aplicado o ISP a todas as fontes energéticas, pois este funciona como um subsídio perverso. A criação de um, ou reformulação do actual fundo à eficiência energética, desenhado no sentido de eliminar as barreiras encontradas à melhoria do desempenho energético, deverá assim ser um mecanismo a analisar.

Tendo por base os pressupostos teóricos descritos, procedeu-se assim ao estudo da aplicação do ISP, não enquanto imposto, mas como taxa energética. De modo a assegurar que a sua aplicação tem o efeito esperado, foi estudado um mecanismo que promovesse simultaneamente investimentos em eficiência energética. Foi tomada a possibilidade destes fundos reverterem para investimentos e eficiência energética, através de uma dedução em sede de IRC – Imposto sobre o Rendimento de pessoas Colectivas. Isto é, que se verificasse uma redução do custo do investimento na nova tecnologia, através de uma dedução desse mesmo no IRC das empresas.

Paralelamente, procedeu-se ao estudo da taxa que seria aplicada, de modo a viabilizar o retorno da sua aplicação em fundos capazes de sustentar as referidas deduções. Esta análise foi realizada separadamente para IEI e PMI; tal porque os ISP aplicáveis não fazem distinção entre estas, o que vai contra as linhas de orientação referidas na revisão de literatura.

A metodologia adoptada baseou-se em vinte casos de estudo, dez para IEI e dez para PMI. A escolha dos casos teve por base os seguintes pressupostos: (i) corresponder a medidas não implementadas; (ii) medidas cujo potencial de redução energético fosse significativo; e (iii) apresentassem um custo da energia poupada anual vantajoso.

De modo a que esta política fosse viável simultaneamente para as indústrias, que passam a sofrer um aumento dos custos energéticos associados à aplicação de uma taxa de valor superior à actualmente aplicada enquanto ISP, e para o Estado, assumiram-se os seguintes requisitos e pressupostos:

(a) A dedução do investimento em medidas terá que ser tal que permita reduzir o PRI até ao PRI considerado aceitável pela IEI e pelas PMI. Para tal, foram assumidas duas hipóteses:

(i) O PRI aceitável é o PRI médio (PRI_{μ}); este é definido pela média dos PRI das medidas que foram implementadas, no conjunto da amostra, consoante se tratem de IEI ou PMI;

(ii) O PRI aceitável ser o PRI médio + desvio padrão ($PRI_{\mu+\sigma}$).

(b) O balanço global para o Estado é nulo. Este pressuposto permite assegurar uma maximização das vantagens para a indústria, cujas despesas aumentarão com a aplicação da taxa energética;

(c) O valor da taxa energética é reformulada, sendo considera a máxima quando o PRI aceitável por cada tipo de indústria é atingido.

(d) O período de análise financeiro correspondeu ao PVU - período de vida útil - dos equipamentos associados à aplicação da medida de URE. Para tal, assume-se igualmente que a instalação mantém boas práticas de manutenção, que permitam cumprir o PVU dos equipamentos.

(e) A taxa de juro real, ou seja, a taxa efectiva corrigida pela taxa de inflação do período de operação, é de 4 %.

As fórmulas utilizadas no cálculo encontram-se no quadro 3.5.

Quadro 3.5 - Fórmulas utilizadas no tratamento dos casos de estudo.

t	Factor de actualização
$t = \frac{1}{(1 + r)^i}$	
$r -$	Taxa de juro real
$V_{act} i$	Valor actualizado, no ano i
$V_{act} i = V_{act} 1 + V_{act} 2 + \dots + V_{act} n = V_{futuro} \times \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1 + r)^i}$	

Para este estudo e para a construção de *boxplots* recorreu-se ao software Microsoft Excel™ 2010 EN. As fórmulas utilizadas foram “AVERAGE()”, para o cálculo da média, “STDEV”, para o desvio padrão “QUARTILE” para o cálculo da mediana e dos quartis de 25 % e 75 % ($Q_{1/4}$ e $Q_{3/4}$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do consumo energético da indústria transformadora nacional

Primeiramente, e de modo a conhecer os consumos energéticos das instalações registadas no CELE, foram analisadas, no total de registos, quais constituíam indústrias transformadoras. Esta listagem foi construída a partir dos registos de TEGEE - Títulos de Emissão de Gases com Efeito de Estufa - para o período 2008 – 2012, e pode ser consultada no quadro 4.1 (APA-TEGEE, 2012).

Quadro 4.1 - Listagem do número de indústrias transformadoras resgistadas no CELE, no período 2008 – 2012 (Adaptado de: APA-TEGEE, 2012).

Class. CAE (rev. 3)	Registos (nº)	Class. CAE (rev. 3)	Registos (nº)	Class. CAE (rev. 3)	Registos (nº)	Class. CAE (rev. 3)	Registos (nº)
10130	2	13301	3	19201	3	23312	2
10395	7	13910	1	19000	3	23321	47
10413	1	13920	2	20130	1	23322	12
10420	1	13000	8	20144	2	23323	5
10510	4	16211	3	20151	3	23324	1
10620	1	16212	2	20160	2	23490	1
10810	3	16000	5	20591	1	23510	6
10830	1	17110	6	20000	9	23521	5
10911	1	17120	12	23110	1	23610	2
10000	21	17211	6	23120	1	23640	1
12000	1	17212	1	23131	6	23992	2
12000	1	17220	5	23132	1	23000	96
13101	1	17290	1	23200	3	24100	3
13201	1	17000	31			24000	3
Total de registos							177

Seguidamente, procedeu-se à caracterização dos consumos energéticos das indústrias transformadoras registadas no programa SGCIE. Os resultados encontram-se no quadro 4.2 e evidenciam que estas instalações são responsáveis por cerca de 15 % dos consumos da indústria transformadora nacional. Salienta-se ainda que o SGCIE aumentará a sua representatividade num futuro próximo, com os novos registos de indústrias anteriormente englobadas pelo programa RGCE (SGCIE-ADENE, 2012).

Este resultado, no que diz respeito à ordem de grandeza, era já esperado. Contudo, não constitui um resultado positivo no panorama energético português; significa que as únicas indústrias abrangidas por um programa de reporte e apoio à melhoria do desempenho energético nacional, constituem uma minoria.

O mesmo procedimento foi possível para alguns sectores de actividade das PMI, quando se verificou a inexistência de registos no CELE; isto é, com base no quadro 4.1, procedeu-se à subtracção dos valores de consumos energéticos totais da indústria transformadora nacional pelos consumos das indústrias registados no SGCIE.

Os correspondentes valores não foram calculados para as instalações registadas no CELE por ausência de informação. Contudo, foi possível estimar a sua representatividade no total dos

consumos da indústria transformadora nacional, a partir das emissões de CO₂ eq e do registo de emissões totais emitidas pelas indústria transformadora nacional (APA, 2011, 2012b).

Quadro 4.2 – Representatividade dos consumos energéticos das instalações industriais registadas no SGCIE e no CELE, no ano de 2010 (Adaptado de: APA, 2011; APA, 2012b; SGCIE-ADENE, 2012).

Tipologia de indústria (código: DGEG)	Nº instalações registadas		Consumo energético total (ktep)				Representatividade do consumos energéticos, no total da indústria transformadora nacional (%)		
	SGCIE	CELE	Total nacional	SGCIE	CELE	PMI	SGCIE	CELE	PMI
Alimentação, bebidas e tabaco (10.3.1)	105	22	586	135	*	*	23	*	*
Têxteis (10.3.2)	61	8	316	99	*	*	31	*	*
Papel e artigos de papel (10.3.3)	11	31	1 264	9	*	*	1	*	*
Químicos e plásticos (10.3.4)	82	12	598	122	*	*	20	*	*
Cerâmicas (10.3.5)	44	71	679	165	*	*	24	*	*
Vidro e artigos de vidro (10.3.6)	2	9	232	2	*	*	1	*	*
Cimento (10.3.7)	10	16	684	28	*	*	4	*	*
Metalúrgicas (10.3.8)	44	0	45	42	0	20	95	0	5
Siderurgia (10.3.9)	1	3	128	2	*	*	1	*	*
Vestuário, calçado e curtumes (10.3.10)	14	0	48	9	0	40	18	0	82
Madeira e artigos de madeira (10.3.11)	15	5	125	27	*	*	21	*	*
Borracha (10.3.12)	6	0	40	23	0	16	59	0	41
Metálo-electro-mecânicas (10.3.13)	44	0	230	57	0	173	25	0	75
Outras indústrias transformadoras (10.3.14)	18	0	124	21	0	103	9	0	90
Total	457	177	5 098	743	1 529**	2 804***	-	-	-
Total nacional (%)	-	-	-	-	-	-	15	30 **	55***

Nota do quadro: (*) valores desconhecidos; () valor estimado a partir das emissões de CO₂ eq; (***) valor estimado a partir dos resultados obtidos para as instalações registadas no SGCIE e a partir do valor (**).**

Os resultados demonstram que as instalações industriais registadas no CELE representam cerca de 30 % do total de consumos energéticos da indústria transformadora nacional. Apesar de constituir uma aproximação, este valor permite verificar que as instalações registadas neste esquema são responsáveis por quase um terço do sector em estudo.

A partir desta estimativa, foi possível verificar que as PMI são responsáveis por, aproximadamente, 55 % dos consumos energéticos do sector em estudo. Esta estimativa permite assim concluir quanto ao elevado grau de significância das PMI no que diz respeito aos consumos da indústria transformadora.

Este resultado acentua a necessidade da formulação de um programa de apoio à eficiência energética específico para estas indústrias, aos quais não se encontram associadas quaisquer obrigações de reporte e melhoria do desempenho energético.

4.2 Caracterização da eficiência energética da indústria nacional

4.2.1 Considerações Gerais

Primeiramente é de referir que o termo “amostra”, considerado a partir do sub-capítulo 4.2.3, corresponde ao conjunto de amostra obtida através da consulta de casos de estudo na DGEG, do inquérito e do contacto com a consultora energética. Correspondem a um total de 52 instalações, das quais 42 são IEI e as restantes 10 PMI.

Estes dados, consultados a partir das três diferentes fontes da amostragem, evidenciaram que a lista de medidas de URE aplicáveis à indústria se encontrava pouco completa. Como tal, esta lista foi actualizada com os resultados obtidos, permitindo caracterizar de forma mais concreta as medidas identificadas. A lista pode ser consultada no anexo II.

A caracterização das indústrias no total da amostra, respectivos indicadores financeiros e ambientais, bem como a identificação de medidas de URE implementadas e não implementadas, encontra-se numa listagem no anexo IV. Relembra-se apenas que os dados foram sujeitos a tratamento posterior e que as instalações apenas são identificadas consoante a sua CAE – rev. 3, de forma a assegurar a total reserva de confidencialidade. A cada amostra foi atribuído um código de 1 a 2 dígitos, de modo a facilitar a consulta de dados no decorrer na análise de resultados.

Para o conjunto de IEI, foi possível averiguar, através do código CAE quando não correspondiam a casos de estudo consultados na DGEG, tratarem-se de indústrias registadas no SGCIE. Este procedimento não foi possível apenas para 3 das 42 IEI, já que a recolha de dados junto da consultora, ou através do inquérito *online*, foi feita com total confidencialidade, e uma vez ter sido comprovada a existência de registos no CELE (quadro 4.1). Contudo, e sendo que no geral se tratam de IEI, essa será a terminologia adoptada até informação contrária.

Por fim, o histograma construído e apresentado no anexo V, evidencia que a grande maioria das auditorias energéticas das instalações industriais foi realizada no ano 2010 (25 ocorrências). Deste modo, verifica-se uma diminuição do erro associado à comparação da maioria dos dados recolhidos na amostragem com o balanço energético da DGEG, que data também de 2010. Para as restantes auditorias energéticas, realizadas sobretudo em 2009 e 2011 (para ambas, 9 ocorrências), mas também para 2008 (5 ocorrências), esta comparação é também viável. Tal porque os processos industriais não diferem muito significativamente de ano para ano, bem como os consumos energéticos da instalação. Foi ainda verificada uma ocorrência em que os dados cedidos correspondiam ao ano de 2007. Optou-se por não eliminar este caso para não reduzir a amostra, e admitiu-se então que um período de 3 anos (2007 – 2010) é aceitável.

Consulta de Auditorias Energéticas e PREn

No capítulo 3.3.2 foi descrita a metodologia adoptada para a consulta de dados na DGEG, correspondendo a um total de 31 indústrias na amostra final.

No que diz respeito à aplicação do teste t de Student, foi obtido $p\text{-value} = 0,092$. Tratando-se de um teste bilateral com $\alpha=0,05$ (nível de significância), e sendo que $p\text{-value} = 0,287 > \alpha$, não se rejeita H_0 . Em suma, não há evidência estatística para rejeitar a hipótese de que a média de consumos energéticos anuais é diferente da amostra recolhida, pelo que se assume que é representativa. Os resultados podem ser corroborados na figura V.2 do anexo V.

Inquéritos

Foram vários os meios de divulgação utilizados, como demonstra o esquema da figura 4.1.

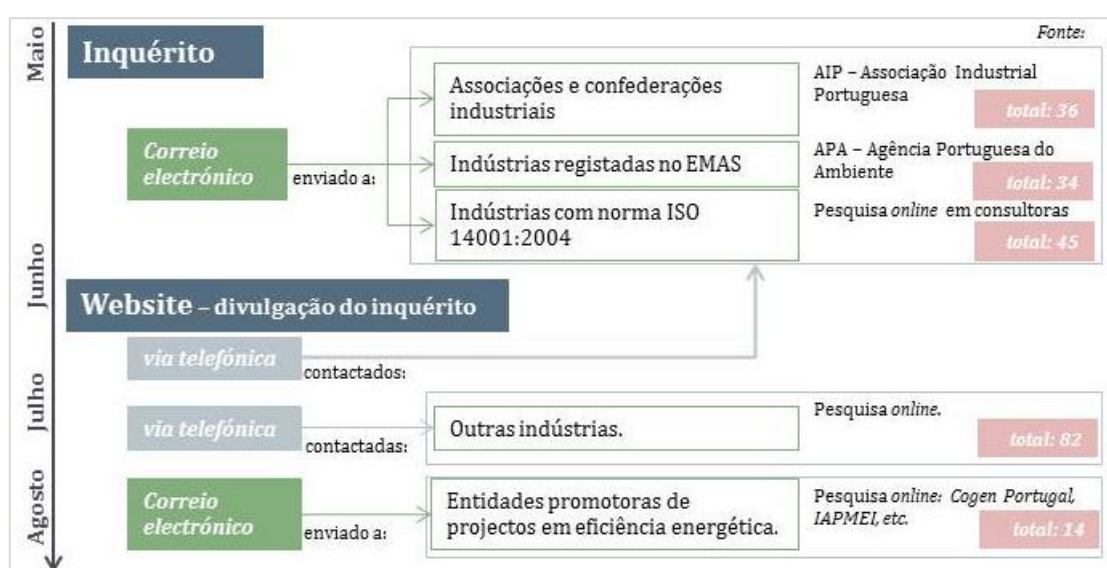


Figura 4.1 - Esquematização do sistema de divulgação do inquérito.

Numa primeira fase, foi demarcada uma extrema dificuldade em conseguir respostas por parte das empresas. Assim, decidiu-se estabelecer contacto, via telefone e correio electrónico, com um conjunto de indústrias publicitadas na *web*, de forma totalmente aleatória. Foi assegurado que nenhuma das empresas desta vez contactadas correspondiam a empresas já incluídas nas listas criadas para a caracterização do SGCIE e CELE, nem as presentes na lista de instalações do EMAS e ISO 14001:2004, contactadas anteriormente. Paralelamente, foram pesquisadas várias entidades, com projectos na área da eficiência energética na indústria. Contudo, não foi verificada a entrada de novas respostas no questionário *online*.

Ao todo, foram assim directamente contactadas 161 indústrias, 36 confederações e associações industriais e 14 entidades promotoras ou relacionadas com a temática em estudo. Apenas 10 indústrias responderam ao questionário. Como tal, os resultados obtidos não são representativos do global das PMI. Deverão ser analisados com cuidado, podendo apenas ser vistos como uma primeira análise específica a esta gama de instalações.

A fraca resposta por parte das empresas era um facto esperado, já que foi igualmente verificada nos trabalhos que serviram de base à formulação da metodologia adoptada para a elaboração do inquérito.

4.2.2 Análise da tipologia de medidas

Os resultados da análise do programa nacional SGCIE encontram-se discriminados consoante o intervalo de PRI e a tipologia das medidas de URE implementadas, como demonstra o quadro 4.3. Relembra-se que esta análise resulta da consulta de dados cedidos pela ADENE (SGCIE-ADENE, 2012).

Quadro 4.3 - Resultados da análise do programa SGCIE (Adaptado de: SGCIE-ADENE, 2012).

PRI (anos)	Tipologia de medida	Tipos de medidas identificadas	Registo de medidas aplicadas	Poupança energética total		Poupança média por instalação	Custo do investimento/ energia poupada	Redução de emissões de GEE total	
		Número		ktep/ano	%	tep/ano		kt CO ₂ eq/ano	%
0 - 3	MS	9	40	5,9	9	146	661	17,2	8
	MT	13	1573	41,9	68	27	1 631	141,1	66
	Total	22	1613	47,8	77	30	1 146	166,3	74
> 3	MS	4	19	1,2	2	65	2 909	4,1	2
	MT	5	614	13,3	21	22	6 244	53,8	24
	Total	9	633	14,5	23	23	4 576	57,9	26
Total		31	2246	62,3	100	28	5 722	224,2	100

Nota do quadro: O número de medidas aplicadas diz respeito a diferentes tipologias de MS e MT; o número de registos corresponde ao número de vezes em que se registou a aplicação dessas medidas.

Os intervalos de PRI escolhidos para esta análise teve por base a revisão de literatura, segundo a qual as medidas habitualmente implementadas apresentam PRI de até três anos. A análise dos resultados confirma esta informação, já que as medidas com maiores PRI representaram uma poupança energética total inferior. Este resultado é justificado pelo menor custo-eficácia destas medidas, cujo investimento médio por unidade de energia poupada, representado no quadro por custo da energia poupada, é quase quatro vezes superior às medidas com menores PRI.

No que diz respeito à diferença entre medidas sectoriais (MS) e transversais (MT), verifica-se que a poupança energética total se deveu fundamentalmente à aplicação destas últimas. Contudo, o indicador de poupança média por instalação indica que são as primeiras que permitem, para ambos os PRI, atingir melhores resultados.

Por fim, verifica-se que os resultados da aplicação do programa SGCIE, apenas para indústrias transformadoras, permitiu até agora reduzir os consumos energéticos nacionais deste sector em 1,2 %. Em suma, apesar da aplicação de um programa nacional de apoio à eficiência energética, o facto deste apenas englobar 15 % do total de consumos do sector em estudo, torna qualquer resultado positivo da sua implementação, num resultado pouco significativo no panorama energético nacional.

4.2.3 Caracterização geral da amostra

Caracterização das instalações industriais

A amostra trabalhada compreende 52 instalações industriais, das quais 10 correspondem a PMI e as restantes a IEI. Foram caracterizadas por diferentes aspectos, como indica o quadro 4.4.

Quadro 4.4 - Caracterização da amostra, segundo classificação de actividade, realização de auditoria energética e toneladas de CO₂ emitidas anualmente.

Ordem	Sector (código DGEG)	CAE (rev. 3)	Tipo de indústria	Auditoria Energética	Consumo energético			Emissões de GEE t. CO ₂ eq/ ano
				ano	Instalação inquirida (tep/ano)	Sector da indústria transformadora nacional (tep/ano)	Representatividade da amostra do sector da indústria transformadora nacional (%)	
1	Alimentação, bebidas e tabaco (10.3.1)	10110	IEI	2010	1 744	585 538	3,6	4 341
2		10120	IEI	2010	3 444			11 078
3		10412	PMI	-	102			270
4		10510	IEI	2009	3 807			11 315
5		10611	IEI	2010	11 183			47 126
6		10612	IEI	2010	636			1 453
7	Têxteis (10.3.2)	13201	IEI	2009	855	316 328	6,7	2 230
8		13202	IEI	2010	3 651			9 783
9		13301	IEI	2010	829			2 456
10		13301	IEI	2010	4 086			10 851
11		13301	IEI	2011	1 591			4 670
12		13301	IEI	2011	2 213			5 821
13		13950	PMI	2011	455			1 072
14		13993	IEI	2010	7 361			16 972
15	Papel e artigos de papel (10.3.3)	17120	IEI	2010	753	1 264 039	0,2	2 154
16		17211	IEI	2010	2 241			5 415
17	Químicos e plásticos (10.3.4)	20130	IEI	2008	1 394	597 639	1,7	3 468
18		21201	PMI	2011	237			572
19		22210	IEI	2010	1 691			3 722
20		22220	IEI	2010	1 214			4 842
21		22292	IEI	2010	4 224			9 245
22		22292	IEI	2009	639			1 460
23	Cerâmicas (10.3.5)	23312	IEI	2010	1 274	678 657	1,9	3 276
24		23312	IEI	2008	9 320			23 954
25		23412	IEI	2010	2 536			6 438
26	Vidro e artigos de vidro (10.3.6)	23120	IEI	2011	3 687	231 697	1,6	2 697
27	Cimento (10.3.7)	23510	IEI	2008	1 234	684 413	0,2	350
28	Metalúrgicas (10.3.8)	25290	PMI	2009	393	44 456	2,9	977
29		25734	PMI	-	34			75
30		25932	PMI	-	4			10
31		25932	IEI	2010	879			2 242
32	Vestuário, calçado e curtumes (10.3.10)	15111	IEI	2009	884	48 436	4,8	2 199
33		15201	IEI	2010	843			1 888
34		15202	IEI	2008	591			1 436
35	Madeira e artigos de madeira (10.3.11)	16294	IEI	2010	3 277	125 008	5,0	5 609
36		16295	IEI	2010	2 921			2 879
37	Borracha (10.3.12)	22112	IEI	2008	1 240	39 538	11,7	961
38		22191	IEI	2011	1 424			3 120
39		22192	IEI	2010	1 437			3 587

40		22192	IEI	2009	515			1 136
41	Metálo-electro- mecânicas (10.3.13)	26110	PMI	2009	11	230 243	3,8	25
42		27520	IEI	2010	2 256			5 238
43		28250	PMI	2011	75			170
44		28940	IEI	2010	1 723			3 872
45		29320	IEI	2010	2 138			3 486
46		29320	IEI	2007	1 314			3 318
47		33170	IEI	2011	821			2 108
48		33170	PMI	2011	325			747
49		Outras indústrias transformadoras (10.3.14)	18120	IEI	2009			610
50	18120		IEI	2010	1 765	4 028		
51	18120		PMI	2012	22	50		
52	32501		IEI	2009	2 131	4 697		
Σ IEI					99 377	-	-	250 632
Σ PMI					1 660	-	-	3 968
Total					101 037	5 098 375	2,0	254 600

Realização de auditorias energéticas

A realização de auditorias energéticas é obrigatória para todas as instalações registadas no SGCIE. Na amostra recolhida, de todas as IEI (42 casos de estudo), foi confirmado que 39 se encontravam abrangidas por este programa. A mesma conclusão não foi possível retirar para as restantes 3 IEI, já que os dados cedidos pela consultora e obtidos através do inquérito *online*, estavam reservados a total confidencialidade. Assim, não conhecendo a empresa em causa e sendo que a sua classificação CAE apresenta registos no CELE, não se conseguiu averiguar tratarem-se de indústrias registadas no SGCIE.

Contudo, para todas as IEI, verificou-se a realização de auditorias energéticas. Já para as PMI, o resultado não é o mesmo: 3 das 10 amostras não realizaram auditorias energéticas. Este facto não inviabilizou a identificação de medidas de eficiência não adoptadas, mas verificou-se que para duas destas três indústrias, não foram adoptadas quaisquer medidas.

Caracterização dos consumos energéticos

As indústrias constantes na amostra representam aproximadamente 2 % do total de consumos energéticos da indústria transformadora nacional. No total da amostra, 98 % dos consumos da correspondem a IEI, resultado este esperado, já que 42 das 52 instalações da amostra correspondem a grandes indústrias. Contudo, este é um valor pouco significativo, já que foi anteriormente constatado que as PMI apresentam uma fatia relevante dos consumos energéticos da indústria transformadora nacional.

Na figura 4.2 encontra-se uma representação dos consumos energéticos para as IEI e PMI.

Os resultados obtidos permitem verificar três factos importantes. Em primeiro lugar, é a energia eléctrica a responsável por maior parte dos consumos, seguida do gás natural. Em segundo, os consumos das IEI são bem mais variados do que os das PMI; este facto é justificado pela grande maioria dos casos estudados corresponderem às primeiras, o que permitiu abranger uma maior diversidade de tipos de indústrias, que recorrem a diferentes tipos de fontes energéticas para desempenhar diferentes funções nos sistemas de produção.

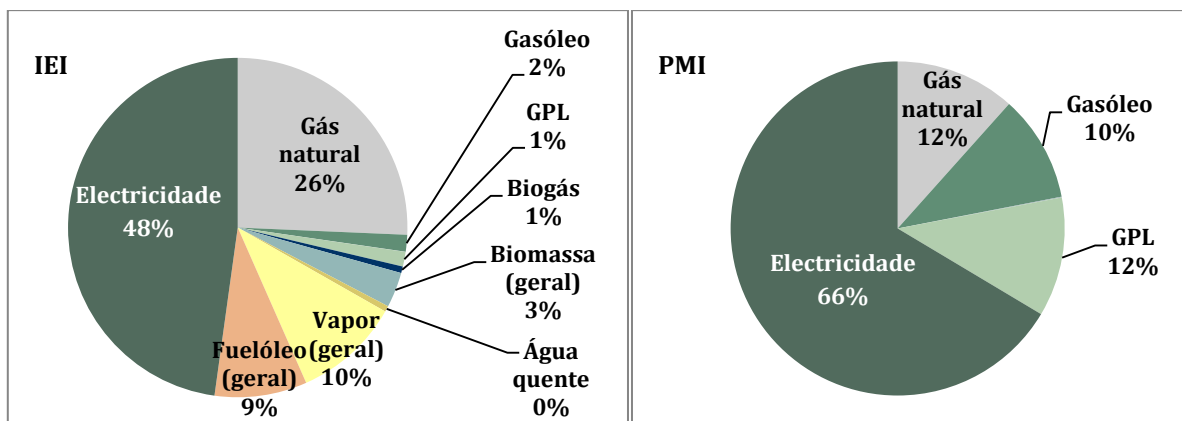


Figura 4. 2 – Caracterização dos consumos energéticos das IEI e PMI presentes na amostra total, consoante a fonte energética.

Por último, à excepção da electricidade - que constitui uma energia secundária proveniente de fontes renováveis ou não renováveis - a maioria dos consumos advém da queima de combustíveis fósseis. Contudo, e sabendo através da literatura consultada que cerca de 50 % da energia eléctrica consumida a nível nacional provém geralmente de fontes renováveis, o peso das energias fósseis na indústria ganham outro peso. Este resultado vem acentuar a necessidade de tornar a indústria transformadora nacional energeticamente mais eficiente e ambientalmente mais limpa.

4.2.4 Balanço de medidas implementadas e não implementadas

Melhoria do desempenho energético

A análise dos resultados permitiu verificar quanto do potencial de redução energético, identificado no âmbito da auditoria energética, foi de facto implementado. Esta análise foi feita para IEI e PMI separadamente e os resultados encontram-se na figura 4.3.

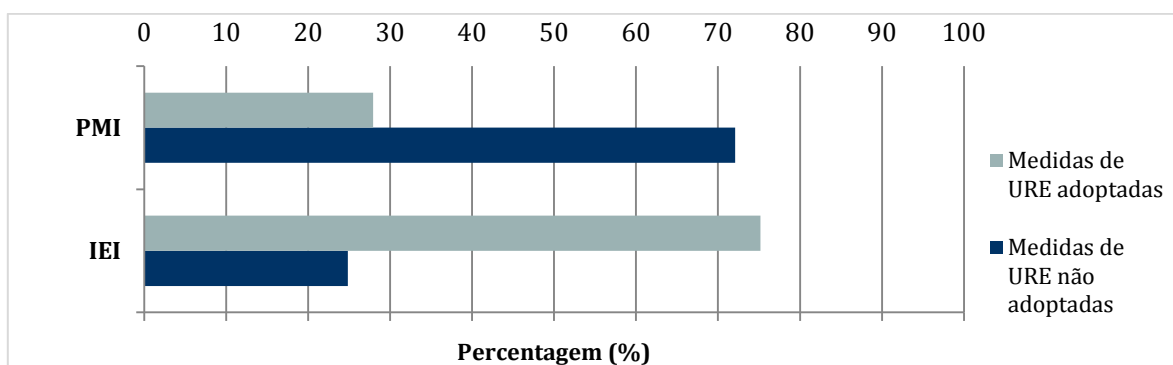


Figura 4.3 - Potencial de redução dos consumos energéticos implementado e não implementado, para IEI e PMI.

A observação da figura 4.3 permite constatar um facto que já era esperado, mas cuja magnitude era desconhecida: as PMI não implementam a maioria das medidas de URE identificadas. Caso tal não se verificasse, estas permitiriam uma poupança mais do que duas vezes superior à obtida com a com as medidas efectivamente implementadas. Já para as IEI os resultados são opostos,

sendo que cerca de 75 % do potencial de redução energético identificado nas auditorias energéticas foi implementado.

Para o total da amostra, verificou-se que foi implementado 68 % do potencial identificado, resultado este que evidencia a necessidade de se estruturar uma política de incentivo à eficiência energética na indústria transformadora nacional.

Esta análise realizada para as medidas – transversais (MT) e sectoriais (MS) - teve por objectivo facilitar a interpretação do potencial de redução energética das medidas implementadas e não implementadas. No que diz respeito a cada uma das medidas propostas no inquérito (MT1 a MT20 e MS1 a MS12), apresentadas no quadro 3.3, os resultados desse potencial podem ser consultados na figura 4.4.

Esta análise foi feita através da média das reduções energéticas para a instalação que implementa/não implementa alguma dessas medidas. Este procedimento pretende dar uma visão geral do potencial de cada medida, e não um valor exacto; tal porque, cada medida pode ser aplicada a diferentes magnitudes numa dada instalação, sendo mais ou menos necessária consoante o caso, pelo que o potencial de redução pode diferir significativamente.

Através da observação dos dados obtidos, é possível verificar que o conjunto de medidas com maiores potenciais de redução corresponde a medidas que não foram implementadas por PMI. Esse conjunto é definido pelas MT6, MT8 a MT11, MT13 e MT17, que apresentam potenciais de redução energética entre os 5 e 8 % para as instalações industriais. Este resultado leva a crer que as PMI apresentam maior dificuldade de acesso a crédito, caso contrário tê-las-iam implementado. Esta constatação é consistente com a literatura consultada.

O mesmo não foi verificado para as IEL. Estas indústrias têm já apoios e, sendo os consumos energéticos já elevados, os custos financeiros associados urgem a implementação de, no mínimo, as medidas com maior potencial de redução desses consumos. Ainda assim, verificou-se que para as medidas não implementadas MT4, MT18 e MS8, haveria também um potencial entre os 5 e 8 % por explorar.

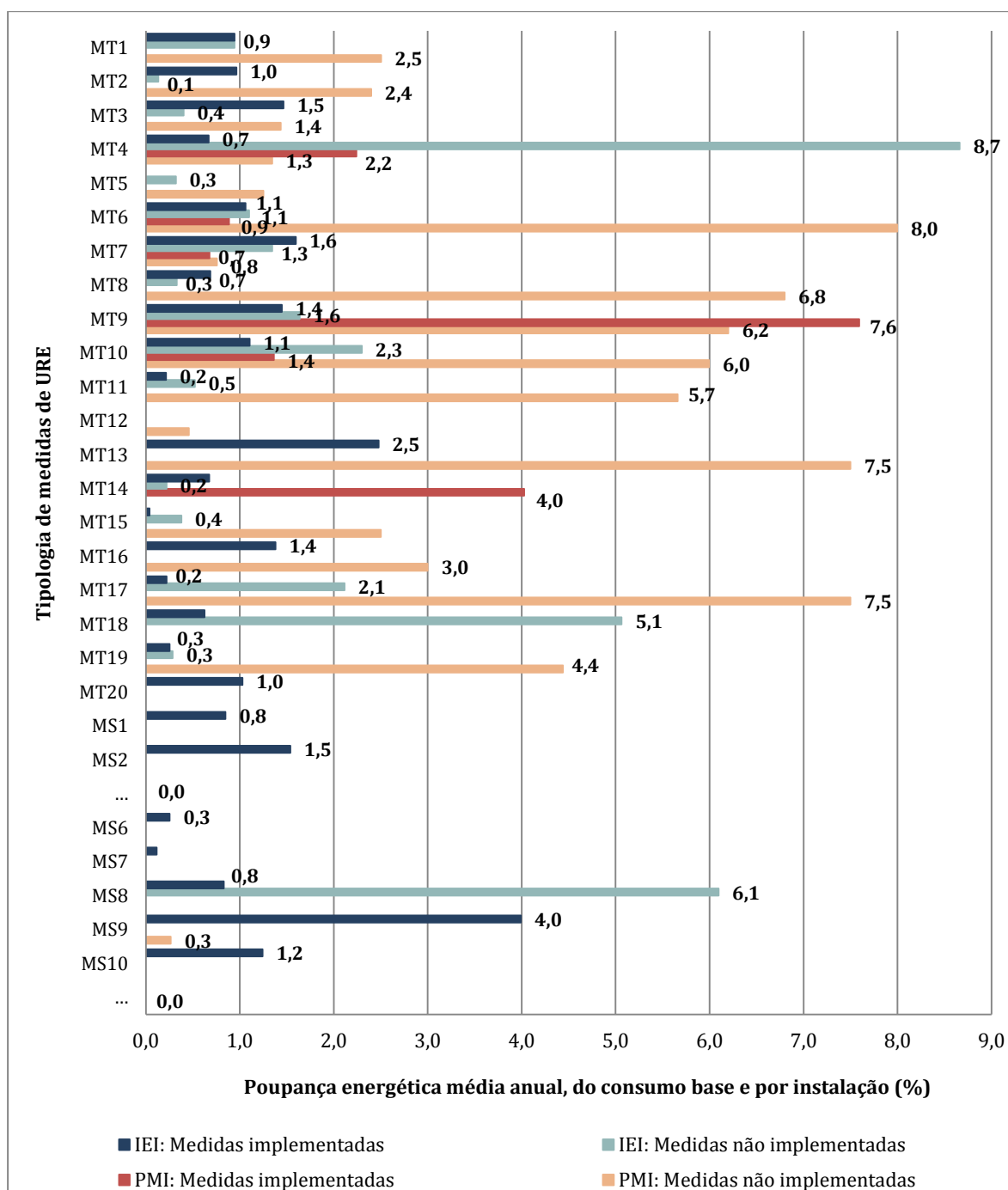


Figura 4.4 - Potencial de poupança energética identificado para IEI e PMI, consoante a tipologia de medidas.

No que diz respeito às medidas implementadas, as IEI destacam-se com as MT2, MT13 e MS9 e as PMI com a MT9 e MT14. A gama de reduções energéticas conseguidas foi de, respectivamente, 2 – 3 % e 4 – 7 %. Este resultado é surpreendente, no sentido em que não foi encontrada uma média de redução tão elevada para nenhuma medida implementada pelas IEI.

No que diz respeito à caracterização geral das MT e MS em termos de poupança energética, PRI médio e custo da energia poupada por medida implementada ou não implementada, os resultados podem ser consultados no quadro 4.5.

Quadro 4.5 – Caracterização energética das medidas implementadas e não implementadas pelas IEI e PMI da amostra.

Tipologia		Medidas implementadas					Medidas não implementadas				
Indústria	Medidas	Poupança energética	Poupança energética por medida	PRI (anos)		Custo do investimento / energia poupada	Poupança energética	Poupança energética por medida	PRI (anos)		Custo do investimento / energia poupada
		tep/ano	%	μ	σ	€/ (tep/ano)	tep/ano	%	μ	σ	€/ (tep/ano)
IEI	MT	5 132	5	3,1	2,4	990	1.971	2	5,2	1,9	3 681
	MS	1 102	1	1,1	2,1	308	88	0	5,6	0	2 283
	Total ou média	6 235	6	3,1	2,4	868	2.059	2	5,2	1,9	3 622
PMI	MT	148	9	2,1	1,3	1 114	381	23	4,2	1,7	1 765
	MS	0	0	0	0	0	1	0	9,8	0	3 692
	Total ou média	148	9	2,1	1,3	1 114	383	23	4,3	1,7	1 772
Total ou média		6 383	7	3,0	2,4	873	2 442	13	4,8	1,8	3 352

De modo geral, verifica-se que a poupança energética média por instalação é superior para as medidas não implementadas. De facto, o potencial de redução destas últimas é muito próximo do dobro do das medidas efectivamente implementadas.

A comparação entre IEI e PMI, evidencia que a redução energética é superior para as segundas, tanto para as medidas implementadas como para as não implementadas. Contudo, as IEI implementaram as medidas com maior poupança energética média por medida, o que não se verificou com as PMI. Este facto já tinha sido demonstrado, sendo possível agora depreender que se encontra relacionado como os PRI e o custo do investimento por energia poupada.

No que diz respeito a este último indicador financeiro, representativo do custo-eficácia das medidas, verifica-se que existem igualmente discrepâncias entre as IEI e as PMI. De facto, o custo de implementação das medidas adoptadas pelas grandes indústrias é inferior ao das indústrias menos consumidoras. Isto significa que, apesar destas últimas não terem qualquer tipo de apoio financeiro à melhoria do seu desempenho energético, tal como acontece com as IEI, estão dispostas a investir em medidas de URE, deste que essas apresentem um potencial de redução energética vantajoso.

Outra das observações que sustenta esta conclusão é a diferença de PRI médios (PRI_{μ}), não só entre tipologias de instalação, mas também entre medidas implementadas e não implementadas. Enquanto as grandes indústrias implementam medidas com valores médios de 3,1 anos, as restantes apenas investem quando este valor é perto de 2,1 anos. Para as não implementadas, estes valores aumentam para 5,2 e 4,3, respectivamente.

Estes resultados apenas pretendem demonstrar a magnitude das diferenças de PRI entre tipologias de indústria. Tal porque estes valores foram obtidos através de uma média para cada tipologia de medidas, o que poderá fazer com que os dados percam significado (e.g. duas medidas de PRI de 3 anos geram uma média de 3 anos, mas duas medidas com 1 e 5 anos também). Contudo, para o estudo em causa, não haveria forma de tratar os dados e torná-los comparáveis entre medidas.

De modo a compreender melhor a gama de respostas identificadas para este indicador, encontram-se representadas na figura 4.5 as representações estatísticas (*boxplots*).

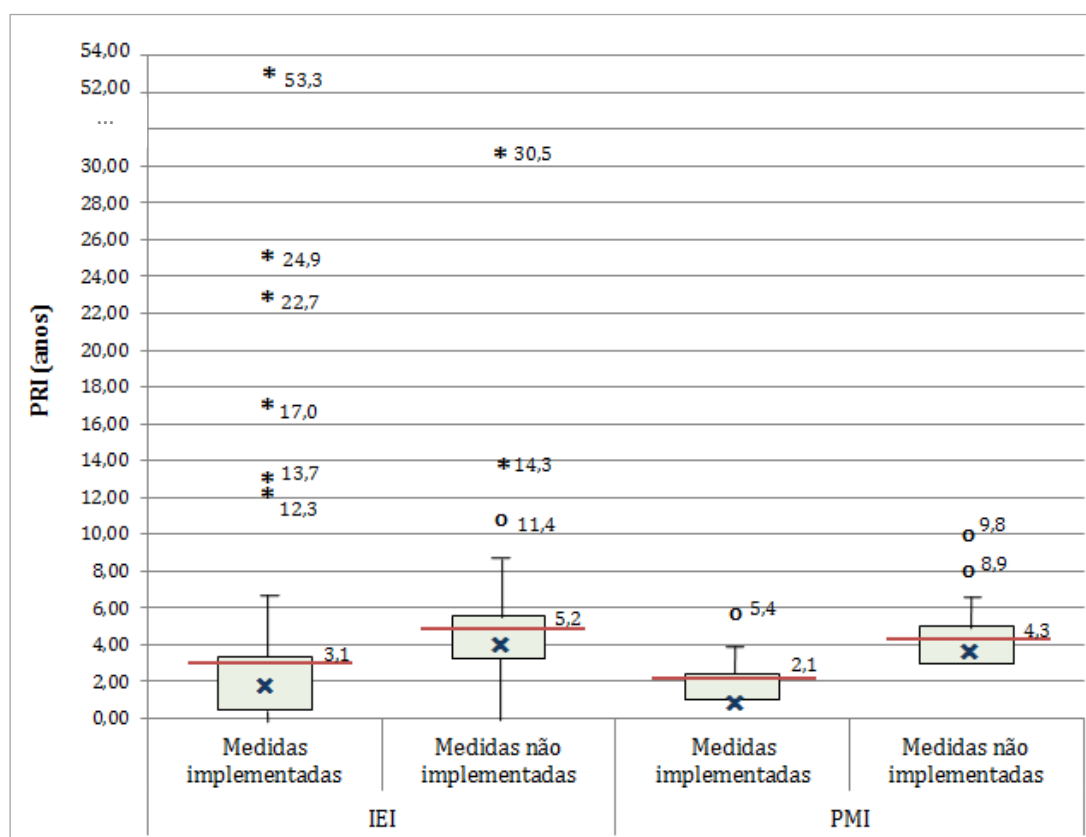


Figura 4.5 - Tratamento estatístico dos PRI identificados das medidas implementadas e não implementadas, para as IEI e as PMI.

Segundo esta figura, é possível verificar a vasta gama de PRI identificados no estudo em causa, especialmente no que diz respeito às IEI. Neste caso, verificou-se a ocorrência de bastantes *outliers*, pouco consistentes com a literatura consultada. Sendo que muitos deles foram verificados para indústrias registadas no SGCIE, foi colocada a questão junto da entidade reguladora, a DGEG. Segundo esta, este facto pode ser pouco frequente, mas não é estranho. De facto, estes PRI encontram-se associados a equipamentos que têm forçosamente de ser adquiridos, por razões variadas como a substituição de um equipamento obsoleto ou a reformulação de alguma parte do sistema produtivo. Uma vez que as novas tecnologias apresentam geralmente um melhor rendimento energético, estas indústrias aproveitam a oportunidade de realizar auditorias energéticas subsidiadas, bem como alguns apoios monetários à aquisição de equipamento, e registam a nova aquisição como uma medida de URE.

Este resultado permite verificar que a aplicação do programa SGCIE poderá não ser visto, pelas instalações abrangidas, como uma oportunidade de melhoria, mas sim apenas como um requisito regulamentar. Tal poderá dever-se à ausência de incentivos financeiros que viabilizem os investimentos em eficiência energética.

Quanto aos PRI das PMI, não foram verificados *outliers*, apenas valores não constantes no intervalo entre quartis ($Q_{1/4}$ e $Q_{3/4}$). Nestes casos, o desvio padrão (σ) foi menor do que o registado para as grandes indústrias, como se encontra descrito no quadro 4.5.

Ainda no que diz respeito à análise das *boxplots*, é possível verificar que, em todos os casos, a mediana (\times) se encontra abaixo da média (μ). Este resultado significa que existe um maior número de resultados para PRI mais elevados.

De modo a concluir a análise do quadro 4.5 no que diz respeito às diferenças entre medidas transversais (MT) e sectoriais (MS), é de salientar que, para ambas as tipologias de indústrias, o potencial de poupança energética média por medida é maior para as primeiras. Este resultado não é consistente com as conclusões retiradas no capítulo 4.2.2, o que pode ser justificado pelo facto das MS propostas aos inqueridos dizerem respeito apenas a 12 tipos de indústrias transformadoras (MS1 a MS12). Contudo, as PMI apresentam maior representatividade noutras tipologias de indústrias, pelo que as conclusões referentes à implementação destas medidas nestas industriais não podem ser retiradas de forma linear.

Em suma, verifica-se que para a amostra tratada neste estudo, as principais barreiras à melhoria da eficiência energética são o custo da energia poupada e o PRI.

Melhoria do desempenho ambiental

Neste trabalho, a melhoria do desempenho ambiental encontra-se associada à redução de emissões de CO₂ eq. Os resultados gerais obtidos encontram-se no quadro 4.6 e a segmentação consoante diferentes tipologias de medidas de URE na figura 4.6.

Quadro 4.6 - Caracterização do desempenho ambiental das medidas implementadas e não implementadas pelas IEI e PMI da amostra.

Tipologia		Medidas implementadas		Medidas não implementadas	
Indústria	Medidas	Redução total de emissões de CO ₂ eq	Redução média de emissões de CO ₂ eq, por medida	Redução total de emissões de CO ₂ eq	Redução média de emissões de CO ₂ eq, por medida
		t CO ₂ eq/ano	%	t CO ₂ eq/ano	%
IEI	MT	11 968	5	4 596	2
	MS	2 867	1	192	0
	Total ou média	14 835	6	4 788	2
PMI	MT	351	9	722	18
	MS	0	0	3	0
	Total ou média	351	9	724	18

Estes resultados eram esperados, já que a redução de emissões de CO₂ eq desta análise é consequência da diminuição do consumo energético. Verifica-se assim que o maior potencial de redução está associado às PMI, especialmente nas medidas não implementadas, em que chega a 18 %.

Sendo que as PMI constituem a maior parcela de consumos energéticos da indústria transformadora nacional, este valor ganha um novo relevo. Evidencia o facto de estas indústrias terem processos industriais pouco optimizados, o que já não se verifica tanto com as IEI. De igual modo, acentua mais uma vez a importância não só financeira, mas ambiental, de se estudar um mecanismo que promova a eficiência energética nestas indústrias.

Quanto à análise de medidas, constante na figura 4.6, é possível verificar que as tipologias com maior potencial de redução de emissões correspondem às mesmas para a qual foi verificada

também um maior potencial de redução energética. As medidas não implementadas por PMI representam, neste caso, um potencial entre os 4 – 7 %, que é assim menor comparada com o potencial energético, em termos absolutos. Quanto às IEI, as não adoptadas, apresentam um potencial entre os 4 – 5 %.

Apesar de serem esperados resultados compatíveis com os obtidos para o potencial energético, não eram esperadas relações tão lineares. Tal porque existem medidas que actuam no consumo de fontes energéticas provenientes de combustíveis fósseis, e outras que não. Isto é, à redução de consumos de origem fóssil encontra-se associada uma redução de emissões de CO₂ eq mais vantajosa, comparativamente a medidas cuja redução esteja associada, por exemplo, ao biogás. Este resultado explica-se assim pelo facto de a maioria de medidas identificadas corresponder a consumos de energia eléctrica.

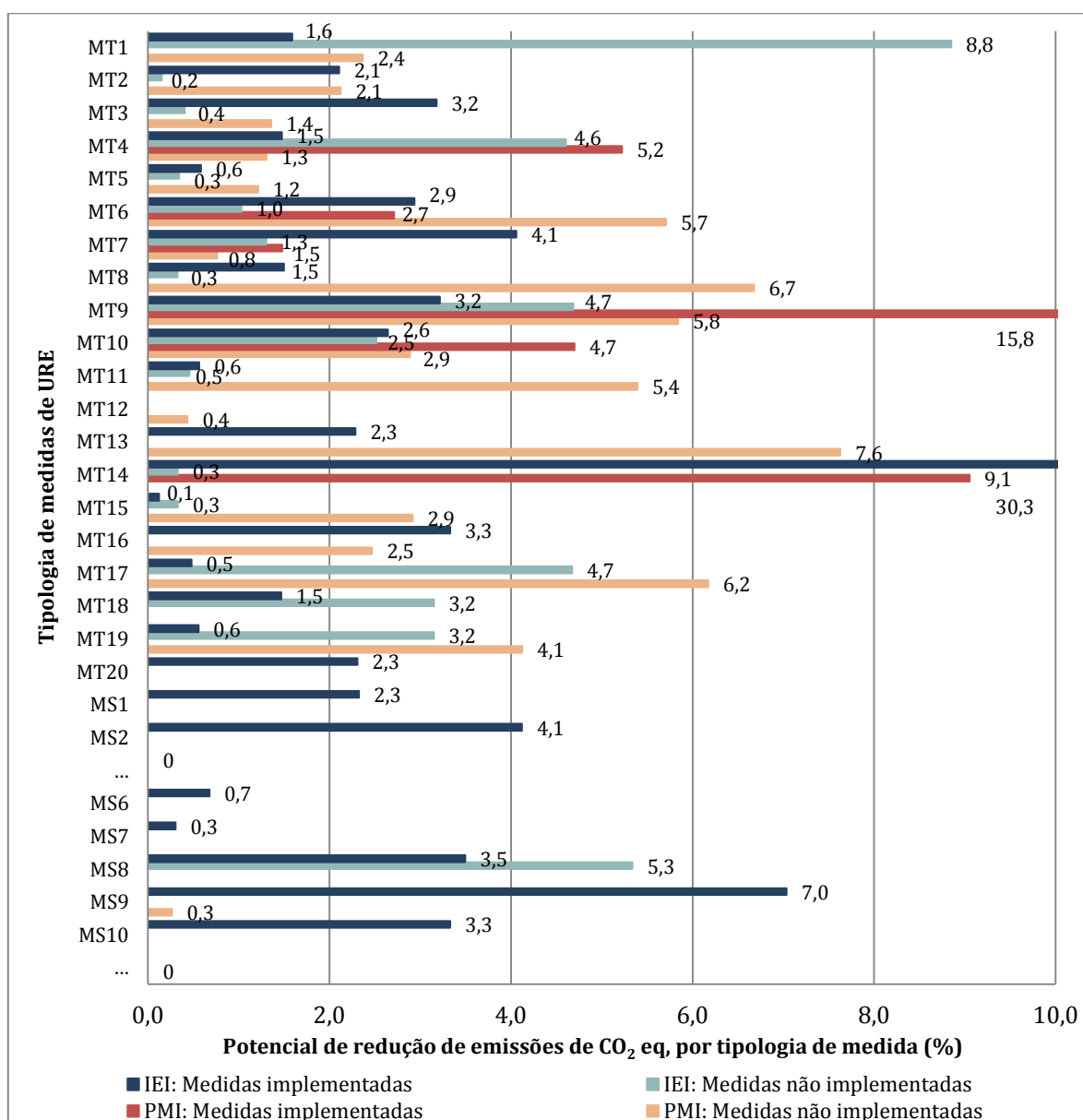


Figura 4.6 - Redução de emissões de CO₂ eq identificado para medidas implementadas e não implementadas, de indústrias IEI ou PMI.

Caracterização da tipologia de medidas de URE

Outros dos objectivos da análise da amostra era a compreensão da tipologia de medidas que mais vezes são ou não implementadas. Para tal, procedeu-se ao tratamento dos resultados numa perspectiva apenas quantitativa – em termos de número de implementações -, e não só dedicada à construção de indicadores de ordem financeira, energética e ambiental.

Os resultados obtidos permitem verificar então que, no total, foram implementadas 283 medidas, das quais 263 correspondem a MT, e não implementadas outras 133, das quais apenas 3 são MS. Estes resultados podem ser consultados na figura 4.7, consoante as diferentes tipologias gerais de medidas.

A sua observação permite constatar que existem algumas medidas que são implementadas muito frequentemente, mas que as restantes apenas foram verificadas em casos isolados. No geral, correspondem às que apresentaram também maior potencial de redução energética.

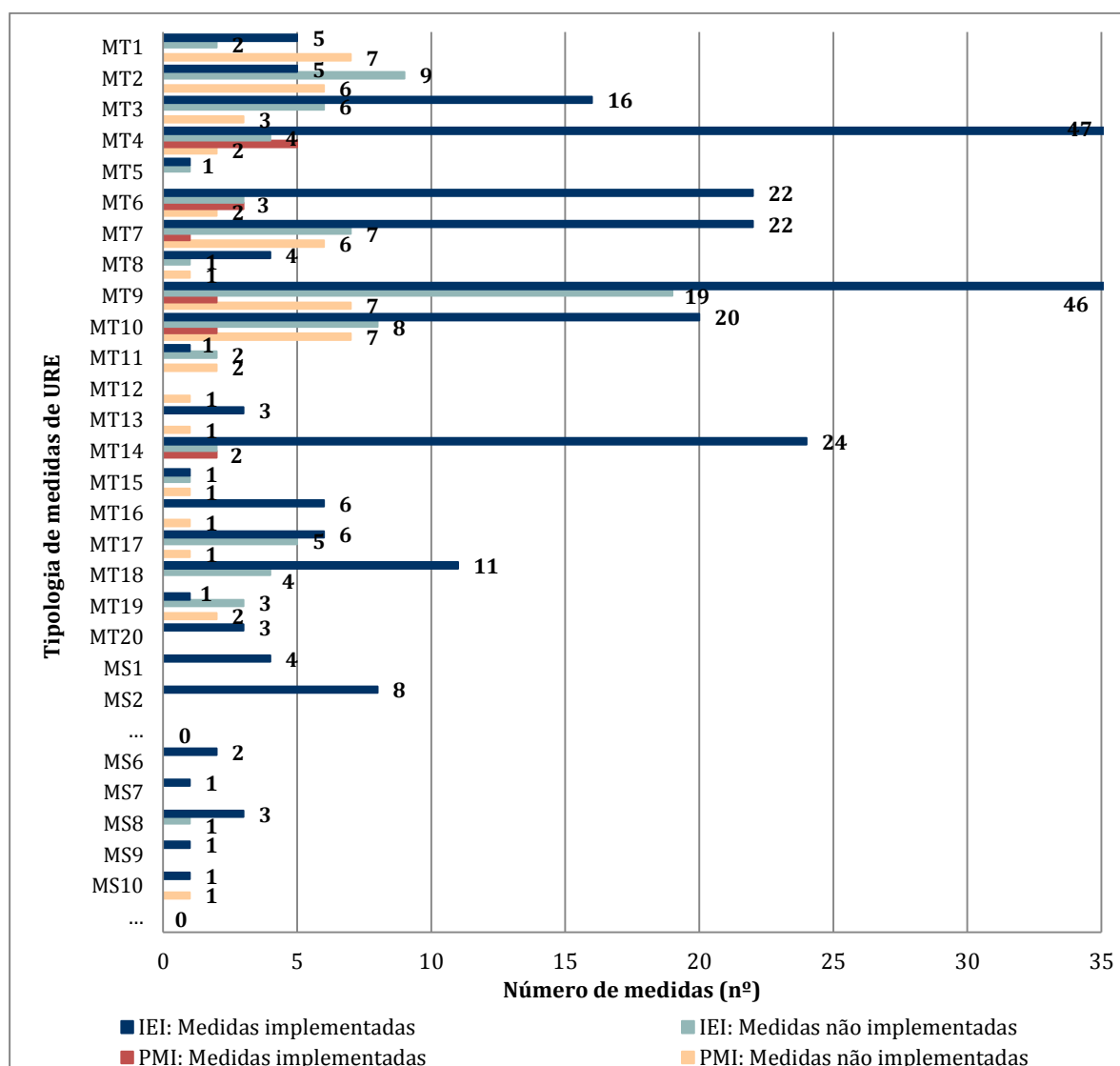


Figura 4.7 - Número de medidas implementadas e não implementadas pelas IEI e pelas PMI, consoante a tipologia de medidas de URE.

Seguidamente, foi elaborada uma listagem das medidas mais implementadas e mais vezes identificadas mas não implementas pelas IEI e pelas PMI. Os resultados encontram-se nos quadros 4.7 a 4.10.

Quadro 4.7 - Medidas de URE mais frequentemente adoptadas pelas IEI da amostra.

Medidas de URE implementadas								
Medidas		Número de vezes (nº)	PRIµ	Redução energética média anual, por medida		Economia energética anual	Investimento inicial (€)	Custo de investimento /energia poupada
Código	Descrição			anos	tep/ano			
MT4.5a	Redução/reparação das fugas no ar comprimido.	19	3,9	23	1,0	6 261	23 673	1 047
MT10.1a	Implementação de um SGE.	10	3,6	21	1,4	6 393	23 227	1 092
MT4.3c	Redução da pressão do AC - Sistema de ar comprimido	9	0,8	13	0,5	5 012	5 159	395
MT3.1a	Sist.de ventilação - instalação de um VEV	9	2,2	25	1,9	9 427	12 833	508
MT14.1b	Isolamentos de válvulas	8	1,9	4	0,4	1 559	2 751	633
MT9.2a	Optimização da eficiência da iluminação artificial.	6	4,7	28	2,1	10 130	46 502	1 660
MT9.4b	Substituição de lâmpadas de descarga por fluorescente T5, com <i>dimming</i> .	5	4,7	7	0,9	3 374	16 726	2 287
MT2.1	Sistemas de bombagem - Instalação de um VEV.	4	2,0	44	4,9	17 400	22 598	511
MS2.1a	Optimização de fornos - Recuperação do ar quente do arrefecimento do forno.	4	0,6	134	1,4	45 422	11 343	84
MT9.2c	Alteração do sistema de iluminação interior e exterior.	4	3,9	3	0,2	1 358	4 692	1 401
MT1.1	Optimização de motores - Instalação de um VEV.	3	2,7	27	1,8	11 936	17 364	653
MT7.4d	Recuperação de calor - recuperação do vapor flash.	3	1,7	14	0,4	6 014	3 330	242
MT9.4e	Substituição da iluminação fluorescente (T8) por T5, com aplicação de balastro electrónico.	3	2,4	27	2,9	10 966	28 308	1.037
MT14.1a	Isolamento de tubagens	3	1,3	44	5,2	16 208	3 892	88
MT17.3d	Substituição de motores de classe de eficiência IE2 por IE3.	3	3,3	5	0,6	1 915	3 981	829
Total ou média		93	2,6	28	1,7	10 225	15 092	831

A análise do quadro 4.7 permite verificar que as medidas mais implementadas pelas IEI apresentam PRI médios de 2,6 anos. Contudo, da amostra de 93 casos em que estas medidas foram implementadas, apenas 52 podem ser consideradas neste intervalo de confiança; logo, os PRI destas medidas podem ser muito díspares.

Quadro 4.8 - Medidas de URE mais frequentemente não adoptadas pelas IEI da amostra.

Medidas de URE não implementadas								
Medidas		Número de vezes (nº)	PRIµ	Redução energética média anual, por medida		Economia energética anual	Investimento inicial (€)	Custo de investimento /energia poupada
Código	Descrição			anos	tep/ano			
MT9.4b	Substituição de lâmpadas de descarga por fluorescente T5, com <i>dimming</i> .	7	6,0	9	1,1	4 318	24 749	2 644
MT2.1	Sistemas de bombagem - Instalação de um VEV.	5	3,7	10	0,3	3 990	27 534	2 778,43
MT3.1a	Sistemas de ventilação - Instalação de um VEV	3	4,3	4	0,2	1 507	6 167	1 588
MT7.4b	Recuperação de calor exaustão (râmolos)	3	5,8	48	3,0	15 469	87 259	1 810
MT10.1a	Implementação de um SGE.	3	5,9	6	7,1	68.066	505 617	88 857
MT17.3b	Substituição de motor standard (MS) por motor de alto rendimento (MAR), com VEV.	3	4,8	6	0,2	5.568	15 966	2 692
MT2.2b	Bombagem de água industrial - instalação de subestação.	2	3,5	2	0,1	257 135	753 054	365.560
MT2.3	Substituição do motor da bomba de vácuo de eficiência standard para motor de alto rendimento.	2	5,5	0	0,0	227	1 471	4 391
MT4.3a	Optimização produção de AC - ar comprimido.	2	1,8	5	0,4	2 025	3 870	818
MT9	Melhoria do sistema de iluminação.	2	4,0	67	3,0	26 232	74 129	1 104
MT9.1a	Iluminação natural.	2	5,6	155	6,3	60 525	280 288	1 808
MT9.4e	Substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas T5.	2	7,3	3	0,1	1 064	9 033	3 588
Total ou média		36	4,8	26	1,8	37 177	149 095	39 803

A análise deste quadro permite constatar que as medidas mais vezes identificadas e não adoptadas, apresentam uma economia energética anual mais do que três vezes superior ao conjunto das mais adoptadas. Paralelamente, confirma-se que o PRI é a principal barreira à sua implementação.

No que diz respeito à tipologia de medidas, verifica-se que não difere significativamente entre as implementadas e não implementadas. A aplicação de VEV – variadores electrónicos de velocidade - a diferentes processos industriais, e a melhoria do sistema de iluminação, através da substituição da actual, constituem as mais usuais.

Quadro 4.9 - Medidas de URE mais frequentemente adoptadas pelas PMI da amostra.

Medidas de URE implementadas								
Medidas		Número de vezes (n ^o)	PRI _μ	Redução energética média anual, por medida		Economia energética anual	Investimento inicial (€)	Custo de investimento/energia poupada
Código	Descrição			anos	tep/ano			
MT4.3c	Redução da pressão do ar comprimido	2	0,2	4	1,1	1 888	250	57
MT4.5a	Redução/reparação das fugas no ar comprimido.	2	0,9	8	1,9	3 367	3 175	389
MT14.1b	Isolamentos de válvulas	2	1,8	18	4,0	6 991	7 706	421
MT4.1c	Instalação de 2 novos compressores de menor dimensão, para substituição dos actuais.	1	3,0	12	3,8	5 089	15 075	1 226
MT6.2c	Afinação do queimador caldeira de termofluido.	1	1,3	5	1,1	2 158	2 750	542
MT6.2e	Redução excesso ar nos gases da caldeira e afinação controlo da caldeira.	1	1,1	1	0,2	655	750	1.047
MT6.4a	Substituição de equipamento de secagem.	1	1,7	5	1,3	3 823	6 400	1 234
MT7.7e	Limitação perdas evaporativas nas máquinas de lavar eléctricas.	1	3,5	2	0,7	911	3 200	1 454
MT9.6c	Substituição das campânulas de vapor de mercúrio de alta pressão, por campânulas de iodetos metálicos.	1	5,4	45	13,9	18 884	101 280	2 245
MT9.8b	Instalação de interruptores crepusculares nas lâmpadas de descarga.	1	1,9	5	1,3	1 056	2 040	393
MT10.1a	Implementação de um SGE.	1	3,8	6	1,4	3 031	11 460	2 071
MT10.4c	Diminuição da temperatura da água de equipamento (e.g. máquina de lavar)	1	0,0	5	1,3	7 839	0	0
Total ou média		15	2,1		2,7	4.641	12 840	923

A observação do quadro 4.9 permite constatar que não foi possível criar uma listagem das medidas mais implementadas, pois foram poucas para o caso das PMI. Assim, a lista presente apenas ordena o total de todas as medidas implementadas para este sector. Como era conhecido, o PRI é de 2,1 anos, sendo que 11 das 15 medidas se encontra no intervalo de confiança.

Neste caso, destaca-se a larga adopção de medidas destinadas à redução dos consumos de ar comprimido, seguido de isolamentos de válvulas. Verifica-se ainda que, para estas indústrias, não é tão recorrente a substituição de iluminação como era para as IEL. De facto, a maioria das medidas implementadas pelas PMI constituem “reparos”, que apesar do seu custo inicial, não envolvem investimentos avultados como a aquisição de equipamento (e.g. aquisição de LED; instalação de VEV).

Já para as medidas não implementadas, descritas na figura 4.10, verifica-se que o custo da energia poupada ultrapassa o dobro face ao total de medidas implementadas pelas PMI. Também a economia energética neste caso é muito menor. No que diz respeito à média de PRI, o resultado obtido, de 4,6 anos, é pouco significativo; tal porque apenas 8 das 25 medidas identificadas se apresenta no intervalo de confiança.

Quanto ao teor das medidas não implementadas, é de salientar que correspondem à aquisição ou substituição de tecnologias instaladas. É o caso da instalação de uma subestação de bombagem

de água industrial, de um sistema de bombagem, de reguladores de tensão ou de VEV. A estes encontra-se associado um maior potencial de redução energética da instalação, por medida implementada. Tal porque estas actuam na melhoria da eficiência do processo industrial, não se resumindo a pequenos acertos.

Quadro 4.10 - Medidas de URE mais frequentemente não adoptadas pelas PMI da amostra.

Medidas de URE não implementadas								
Medidas		Número de vezes (nº)	PRI _μ	Redução energética média anual, por medida		Economia energética anual	Investimento inicial (€)	Custo de investimento /energia poupada
Código	Descrição			anos	tep/ano			
MT10	Eficiência do processo industrial/outros - Monitorização e controlo.	5	3,6	4	14,1	1 575	4 941	1 226
MT1	Sist. accionados por motores eléctricos - Optimização de motores.	4	3,8	2	6,5	888	3 346	1 472
MT2.2b	Bombagem de água industrial - instalação de subestação.	3	4,3	6	1,9	2 572	11 074	1 802
MT9	Melhoria do sist. de iluminação.	3	3,2	3	7,8	1 066	3 022	1 107
MT1.3	Optimização de motores - Instalação de um regulador de tensão	2	5,7	1	0,3	564	3 100	2 562
MT2	Sistemas accionados por motores eléctricos - Sist. de bombagem.	2	3,0	4	4,9	235	890	225
MT3.1a	Sist. de ventilação - Instalação de um VEV	2	4,3	7	1,6	2 768	12 044	1 633
MT7.4a	Recuperação de calor exaustão (secadeiras).	2	7,1	3	1,0	1 404	9 973	2 974
MT7.4b	Recuperação de calor exaustão (râmolos).	2	6,6	2	0,6	803	5 247	2 737
Total ou média		25	4,6	4	4,3	1 320	5 960	1 749

Conclui-se assim que, para além da dificuldade de acesso a crédito, que explica a não implementação de medidas com um potencial energético tão vantajoso, as PMI terão actualmente processos industriais mais obsoletos. Este fraco desenvolvimento e actualização tecnológica põe seriamente em causa a competitividade destas indústrias, que competem a nível internacional. E tendo em conta que estas indústrias representam 60,4 % do VAB_{cf} total do sector em estudo, poderá vir a ser observada uma perda de riqueza nacional gerada pelo sector em estudo.

4.2.5 Drivers e disturbing factors da eficiência energética

De modo a compreender os motivos que levam as indústrias a investirem em eficiência energética, foi solicitado que os inqueridos classificassem, numa escala entre 1 e 6 - sendo o primeiro o critério mais importante e o sexto o menos - os seguintes *drivers*: (i) PRI (anos), (ii) redução da factura energética (€/ano), (iii) investimento inicial (€), (iv) melhoria do sistema produtivo, (v) redução das emissões de GEE (CO₂ eq/ano) e (vi) melhoria da imagem do desempenho ambiental.

Os resultados encontram-se na figura 4.8 e correspondem à média do grau de importância atribuído pelos inqueridos a cada um dos seis *drivers* apresentados.

Uma primeira análise destes resultados permite verificar que o PRI constitui o principal critério para a escolha de medidas de URE a implementar, enquanto a redução da factura energética constitui o segundo critério. De igual modo, é possível comprovar que os critérios mais importantes são os de ordem económica e que a melhoria dos descritores ambientais não constitui uma força motriz da eficiência energética. Este resultado foi verificado para os dois tipos de instalações em análise, sendo consistente com os resultados obtidos por Velthuisen.

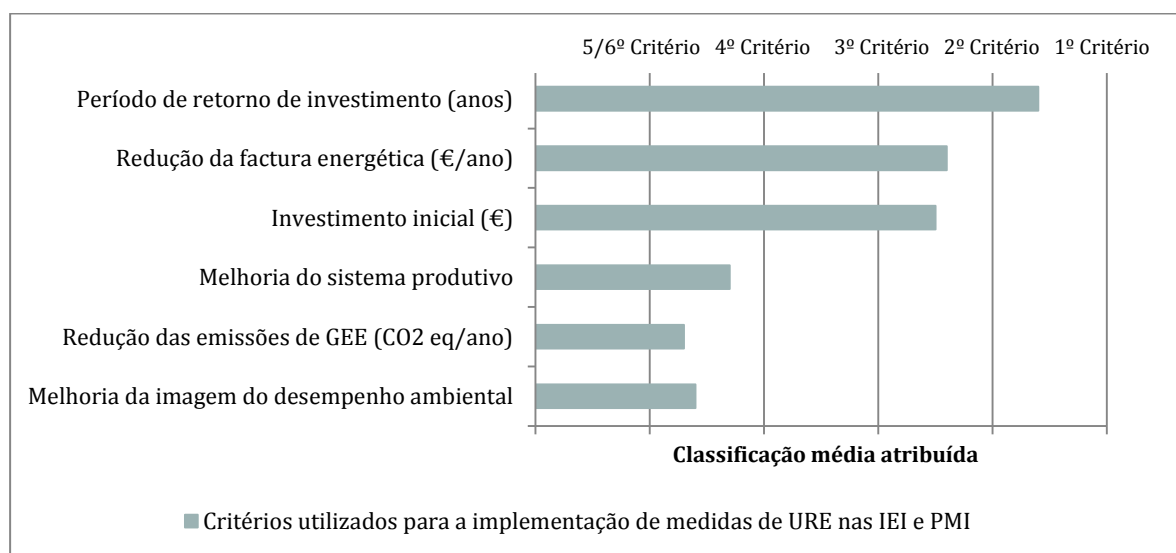


Figura 4.8 - Classificação média do grau de importância de cada critério, para o total das indústrias da amostra inquirida.

O tratamento estatístico foi realizado através da construção de *boxplots*, que se encontram na figura 4.9. De modo a que este tratamento fosse possível, uma vez que as respostas foram qualitativas e não quantitativas, foi atribuída uma escala de importância a cada uma das respostas. A escala foi atribuída da seguinte forma: as respostas a qual foi atribuído o 1º critério, foi dada a pontuação máxima de cinco valores, e aos 5/6º critérios, a de um valor.

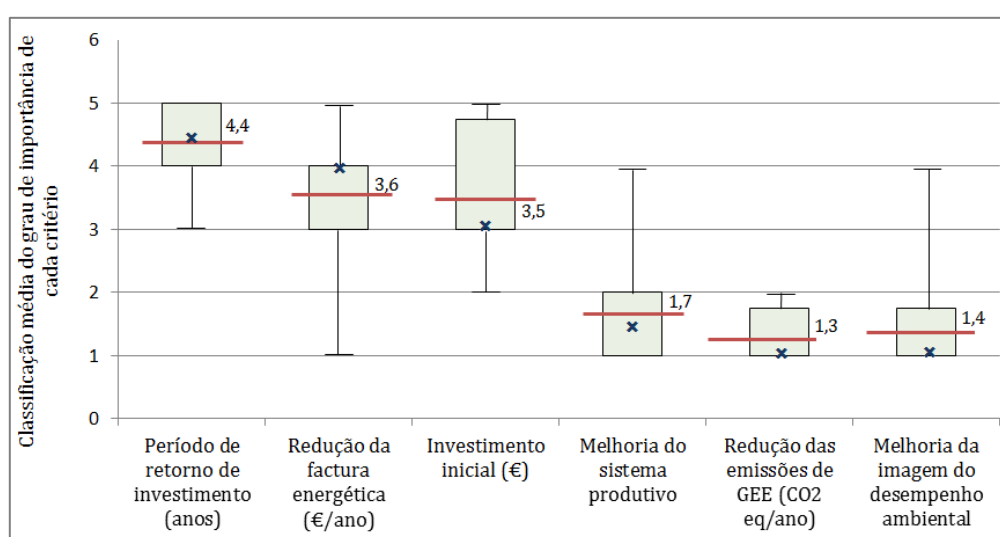


Figura 4.9 - Tratamento estatístico da classificação atribuída a cada um dos critérios citados no inquérito.

Esta figura permite evidenciar que as respostas dadas aos critérios “redução da factura energética (€/ano)”, “melhoria do sistema produtivo” e “melhoria da imagem do desempenho ambiental” divergiram bastante entre si, especialmente no que diz respeito ao primeiro caso. Este resultado evidencia, para a amostra aqui analisada, que os critérios utilizados no processo decisório podem diferir razoavelmente entre indústrias.

Numa segunda fase, foi requerido que os inqueridos listassem, de entre a lista de medidas presentes no quadro I.1 do anexo I, proposta pelo programa SGCIE, as medidas identificadas na auditoria energética e que não foram implementadas. Para cada uma destas, foi solicitada informação referente ao PRI (anos) e potencial de poupança energética anual (%), bem como uma breve justificação das razões para a não implementação.

Contudo, é de referir que a construção deste modelo de barreiras não teve por base apenas as respostas obtidas a partir do inquérito. Uma vez que através deste foram apenas inqueridas dez instalações, sete das quais PMI, a amostra seria pouco significativa. Como tal, recorreu-se aos dados cedidos pela Consultora EWEN, referentes a onze instalações industriais, sendo três PMI e as restantes IEI. Esta junção de dados foi possível graças ao elevado grau de detalhe da informação cedida pela consultora energética, a partir da qual foi possível depreender as razões específicas da não adopção de cada uma das medidas não executadas.

Os resultados encontram-se na figura 4.10, onde se encontra evidenciado o número de vezes em que uma dada barreira foi citada, face ao total de medidas não implementadas.

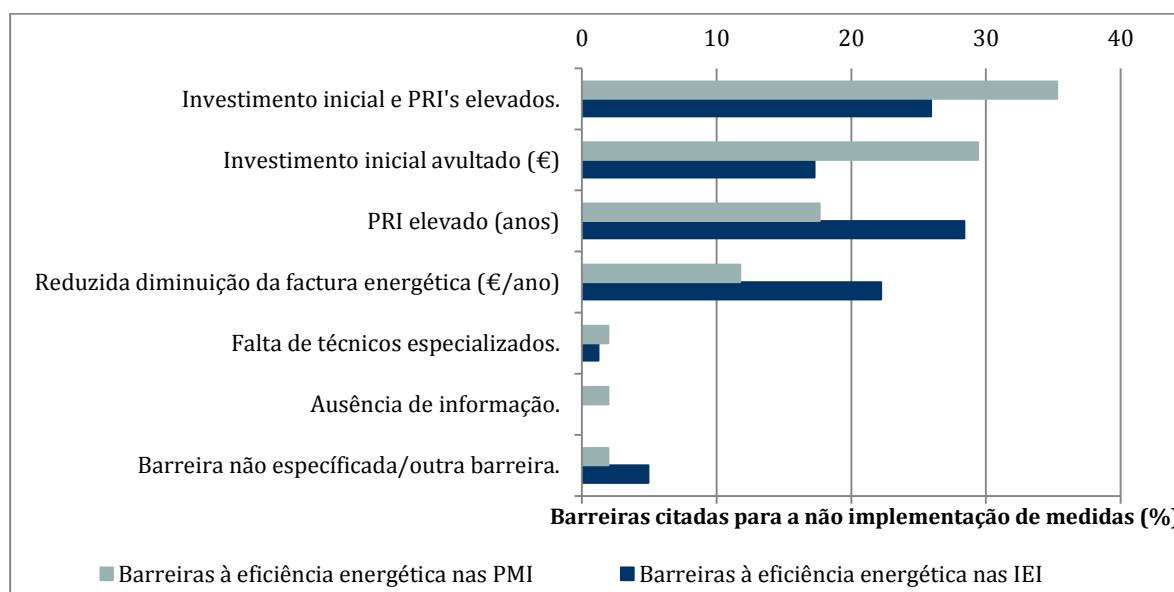


Figura 4.10 - Identificação das barreiras à implementação de medidas de URE.

As barreiras evidenciadas pelos dois grupos em estudo diferem significativamente. A principal diferença surge no facto de as PMI citarem a combinação investimento inicial e PRI elevados como principal barreira, seguindo-se o investimento inicial avultado. Já as IEI apontam PRI elevados como o principal *disturbing factor*, e a combinação investimento inicial e PRI elevados como segunda.

Em suma, é as PMI têm como principal barreira o investimento inicial e as IEI o PRI, sendo assim possível concluir que aquilo que as diferencia é a facilidade de acesso a crédito. Este resultado,

em conjunto com a identificação de outras barreiras, como falta de técnicos especializados e ausência de informação, encontra-se em concordância com a literatura consultada.

Outra das diferenças a salientar encontra-se na reduzida diminuição da factura energética, para a qual foi identificada uma maior percentagem de respostas por parte das IEI. Este resultado, em conjunto com a importância dada ao PRI, demonstra que as IEI apenas se encontram interessadas em medidas com elevado potencial de retorno. Esta constatação encontra-se possivelmente relacionada com o facto destas indústrias se sentirem apenas impelidas a cumprir os requisitos regulamentares do SGCIE, e que mesmo tendo maior facilidade de acesso a crédito, rejeitam a implementação de medidas que já não considerem necessárias. Este facto poderá constituir uma consequência da ausência de estímulos à assinatura de acordos voluntários, que permita concretizar uma maior parcela do potencial de melhoria de desempenho energético identificado. Tal como anteriormente, este resultado é consistente com a literatura consultada.

4.3 Avaliação de políticas e estratégias de promoção à eficiência energética

4.3.1 Revisão do apoio ao investimento

O estudo dos projectos aprovados na área de energia nos QCA I, II e III e no QREn encontra-se no quadro IV.3.1.1. A análise dos investimentos teve em conta, para cada fonte de financiamento, (A) o total para projectos na área de energia e (B) o total apenas para investimentos dedicados à eficiência energética na indústrias transformadora (EE: Ind. Transf.). Foi ainda calculada, em termos percentuais, a representatividade dos investimentos (B) face ao total (A); adicionalmente, a distribuição proporcional de cada fonte de financiamento, designada por distribuição de custos e para a qual se toma o custo total de (B) como o total de investimento.

Quadro 4.11 - Revisão dos fundos de apoio no quadro da energia e para a eficiência energética na indústria transformadora nacional.

Fundo	Análise do investimento	Fontes de financiamento (M€)					
		Custo Total	Despesa Pública	Fundo Comunitário	CPN	Contrapartida Nacional Privada	Co-financiamento
QCA I 1988- 1993	(A) Total	974	868	345	523	106	-
	(B) EE: Ind. Transf.	24	8	6	2	16	-
	(B)/(A) (%)	2,5	0,9	1,6	0,5	15,1	33,7
	Distribuição de custos (%)	100,0	33,7	23,5	10,2	66,3	-
QCA II 1994- 1999	(A) Total	297 956	254 755	114 011	140 744	43 202	-
	(B) EE: Ind. Transf.	13 687	3 411	2 558	853	10 276	-
	(B)/(A) (%)	4,6	1,3	2,2	0,6	23,8	24,9
	Distribuição de custos (%)	100	24,9	18,7	6,2	75,1	-
QCA III 2000- 2006	(A) Total	1 072	1 072	436	636	0	-
	(B) EE: Ind. Transf.	0	0	0	0	0	0
QREn 2007- 2013	(A) Total	100	84	61	23	16	-
	(B) EE: Ind. Transf.	5	2	2	0	3	-
	(B)/(A) (%)	4,9	1,9	2,6	0,0	20,6	32,3
	Distribuição de custos (%)	100,0	32,3	32,3	0,0	67,7	-

Nota do quadro: Os dados do QREn correspondem a projectos aprovados até 31 de Dezembro de 2011.

A análise dos resultados obtidos permite verificar alguns factos de relevância para este trabalho. Em primeiro lugar, os investimentos em eficiência energética na indústria transformadora apresentam uma muito baixa representatividade. No QCA I, apenas 2,5 % foi destinado a investimentos em eficiência energética na indústria, tendo aumentado para 4,6 % no seguinte QCA. Contudo, no terceiro quadro, não foi verificada a presença de qualquer projecto referente à melhoria do desempenho energético da indústria. Já no QREn verifica-se um ligeiro aumento destes investimentos, representando agora 4,9 % do total destinado à área da energia.

Quanto ao co-financiamento destes projectos, as diferenças entre os vários programas aplicadas não são significativas. Os resultados evidenciam que a o sumatório da CPN e dos fundos comunitários (despesa pública) correspondem apenas a cerca de um terço do custo total.

Outra das constatações constitui a total ausência de CPN no quadro de apoios actualmente em vigor. Esta observação não era esperada, já que foi verificada anteriormente uma comparticipação entre 6,2 e 10,2 %.

A explicação para este resultado foi encontrada na no ponto 2 da Resolução do Conselho de Ministros n.º 33/2012, de 15 de Março, na qual é exigida a "reavaliação de todas as operações aprovadas há 6 meses ou mais e que tenham, à data de entrada em vigor da presente resolução, uma execução financeira registada inferior a 10 %, tendo em vista a rescisão, nos termos legais aplicáveis, dos respectivos contratos de financiamento ou a sua reprogramação financeira e temporal, de acordo com as condições financeiras para a sua concretização a evidenciar pelos respectivos promotores". Esta medida é explicada pelo facto da "[...] significativa diminuição da contrapartida pública nacional, associada às medidas, em preparação, de reprogramação estratégica do QREN, irá contribuir também para o esforço de consolidação orçamental."

Em suma, a CPN de projectos cujos promotores desejem manter terá de ser incorporada pelos próprios. É ainda de salientar que estes dados correspondem a aprovações realizadas até ao fim do ano de 2011; dada a conjectura económica actual e sendo que o QREn passa a ter como principal finalidade o combate ao desemprego, é possível prever que o número de projectos no sector em estudo poderá vir a decrescer.

4.3.2 Aplicação da Reforma Fiscal Ambiental (RFA)

A formulação de uma política de incentivo ao investimento em medidas de URE assentou sobre a aplicação de uma taxa energética para a criação de um fundo à eficiência energética. A aplicação deste incentivo é dado, não por meio de subsídios, mas através de um benefício fiscal; é atribuído através de um dedução, em sede de IRC, do custo do investimento em tecnologias e medidas energeticamente menos intensivas.

Inicialmente, pensou-se em realizar o estudo da aplicação desta taxa aos produtos energéticos mais representativos da indústria transformadora. Contudo, no tratamento de dados, verificou-se que a maioria de medidas não implementadas apresentavam um potencial de redução energético associado aos consumos de electricidade. Como tal, e de modo a garantir que este estudo fosse o mais representativo possível, optou-se por apenas estudar a aplicação de uma taxa energética à electricidade.

No tratamento de resultados, a barreira à eficiência energética mais frequentemente identificada por IEI e PMI simultaneamente, foi o PRI. Como tal, a dedução do investimento em medidas de URE não implementadas fez-se com o pressuposto de que as indústrias investiriam o restante montante, desde que o PRI diminuísse para o geralmente “aceitável”. Optou-se por tomar este valor como a média de PRI de medidas implementadas, para IEI (3,1 anos) e PMI (2,1 anos).

No que diz respeito ao PVU dos equipamentos, verificou-se que este difere consoante o fornecedor. Optou-se assim por utilizar sempre o valor mais baixo encontrado na literatura, de modo a diminuir o erro da análise. Quando este valor não correspondeu à aquisição de equipamentos, optou-se por analisar a medida num período a dez anos, por ser semelhante à média de PVU registados para a aquisição de equipamentos.

Como referido na metodologia, foram estudados vinte casos de medidas não implementadas, dez para IEI e dez para PMI. De modo a compreender a forma como os cálculos foram efectuados, encontra-se, nos quadros VI.1 e VI.2 do anexo VI respectivamente, um exemplo prático da caracterização de uma das medidas e o tratamento de dados aplicando o esquema descrito.

O mesmo procedimento foi repetido para os restantes casos práticos. Contudo, verificou-se a existência de uma vasta gama de PRI das medidas não implementadas, fazendo com o que o PRI médio pudesse não constituir de facto um PRI limitante; isto é, tanto podem ser adoptadas medidas com PRI de 3 anos como de 5 anos. Adicionalmente, verificou-se que os valores para a dedução de IRC poderiam ser demasiado altos, o que inferiria a própria eficiência de alocação de recursos do fundo criado.

Deste modo, optou-se também por estudar a opção de o PRI dito “aceitável” para uma indústria, englobar também o seu desvio padrão. Em suma, as opções estudadas foram para o PRI limitante foram: PRI médio (PRI_{μ}) e PRI médio + desvio padrão ($PRI_{\mu+\sigma}$). Os resultados encontram-se esquematizados nos quadros 4.12 e 4.13.

Quadro 4.12 - Ensaio da dedução de IRC e aplicação de uma taxa energética a IEI, consoante a medida analisada e o PRI limitante considerado.

Caso prático (n.º)	Medida		PRI original	PRI alvo			
				PRI μ = 3,1 anos		PRI $\mu + \sigma$ = 5,5 anos	
	Código	Descrição		Dedução IRC (%)	Taxa energética (€/MWh)	Dedução IRC (%)	Taxa energética (€/MWh)
1	MT4.5a	Redução/reparação das fugas no ar comprimido.	4,7	34,1	5,05	*	
2	MT9.6e	Substituição das campânulas de vapor de mercúrio de alta pressão por campânulas de iodetos metálicos, com incorporação de reguladores de fluxo.	4,6	31,2	2,60	*	
3	MT10.1a	Implementação de um SGE.	7,5	59,9	8,10	26,7	3,00
4	MT18.2a	Redução do consumo no período nocturno e fins-de-semana nas áreas administrativas (gabinetes).	8,9	49,4	13,47	10,3	2,34
5	MT7.4b	Recuperação de calor exaustão (râmolos).	5,5	43,1	0,89	3,1	0,07
6	MT9.1a	Iluminação natural.	4,6	32,6	1,64	*	
7	MT17.3c	Substituição de motor standard (MS) por motor de alto rendimento (MAR), com variador de frequência.	8,0	61,1	1,04	33,5	0,57
8	MS8.4b	Melhoria dos sistemas de	5,6	44,7	1,46	5,7	0,19

		accionamento.							
9	MT9.2c	Alteração do sistema de iluminação interior e exterior.	7,1	62,6	1,14	36,2	0,66		
10	MT9.4b	Substituição de lâmpadas de descarga por fluorescente T5, com dimming.	4,7	34,3	0,44	*			
Redução energética média, por instalação (%)			11,1	Média	6,1	45,3	3,58	19,2	1,1

Nota do quadro: Os espaços assinalados com (*) correspondem a medidas cujo PRI original é inferior ao PRI estudado neste caso, $PRI_{\mu} + \sigma$; não se aplicadas assim o estudo da sua redução.

As dez medidas não implementadas pelas IEI, e estudadas neste trabalho, representam um potencial de redução energética média, por instalação, de 11,1 %. Para este conjunto, o PRI médio era de 6,6 anos, tendo sido estudadas as combinações de deduções de IRC e aplicação de taxas energéticas, que possibilitassem um descida deste indicador para o PRI_{μ} e para o $PRI_{\mu} + \sigma$.

Os resultados obtidos para os dois PRI estudados foram significativamente diferentes. Verificou-se que quanto mais se deseja reduzir o PRI, maior terá que ser a taxa aplicada e a dedução em sede de IRC. Contudo, também se verificou que algumas medidas apresentavam já PRI inferiores ao $PRI_{\mu} + \sigma$, tendo mesmo assim não sido implementadas. Conclui-se assim que o PRI limitante aplicável a este estudo terá que ser o PRI_{μ} .

Este resultado foi igualmente verificado para o caso das PMI, como é possível consultar no quadro 4.13.

Quadro 4.13 - Ensaio da dedução de IRC e aplicação de uma taxa energética a PMI, consoante a medida analisada e o PRI limitante considerado.

Caso prático (nº)	Medida		PRI original	PRI alvo								
	Código	Descrição		PRIμ = 2,1 anos		PRIμ+σ = 3,4 anos						
				Dedução IRC (%)	Taxa energética (€/MWh)	Dedução IRC (%)	Taxa energética (€/MWh)					
1	MT17	Redução da energia reactiva.	5,9	57,7	1,98	32,1	1,10					
2	MT4	Sist. de compressão.	3,0	30,0	0,15	*						
3	MT1	Optimização de motores.	3,0	29,7	1,50	*						
4	MT1	Optimização de motores.	4,0	47,4	0,87	15,0	0,28					
5	MT1	Optimização de motores.	3,0	30,1	0,62	*						
6	MT2.2b	Instalação de subestação de bombagem.	4,3	51,0	1,08	20,8	0,44					
7	MT9	Melhoria do sistema de iluminação.	3,0	30,0	0,50	*						
8	MT10	Eficiência do processo industrial/outros – monitorização e controlo.	6,0	65,0	2,68	43,4	1,48					
9	MT11,1	Utilização de água quente e recuperação de efluentes quentes – <i>Tumblers</i> .	4,2	50,4	1,8	19,8	0,60					
10	MT9.6e	Substituição de campânulas	4,6	54,0	4,5	25,3	1,75					
Redução energética média, por instalação (%)					8,7	Média		4,0	44,5	1,6	26,1	0,94

Nota do quadro: Corresponde à mesma nota atribuída no quadro anterior.

Para esta tipologia de indústrias, as medidas estudadas representariam uma poupança energética média por instalação de 8,7 %. A média de PRI neste caso é de 4,0 anos, sendo este um valor inferior ao das IEI, como era já esperado. Mais uma vez, confirmou-se que o PRI limitante é o PRI_{μ} , já que foram observados quatro casos em que, mesmo com PRI inferiores a $PRI_{\mu} + \sigma$.

De modo a compreender a distribuição de deduções aplicáveis em sede de IRC, obtidas para os dois tipos de indústria, segue-se a figura 4.11.

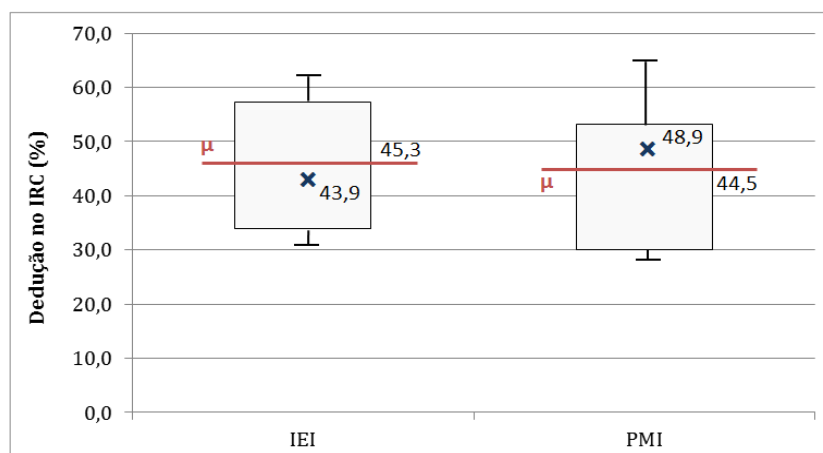


Figura 4.11 - Tratamento estatístico dos valores de dedução no IRC, tendo PRI_{μ} , para as IEI e as PMI.

Para as IEI, verifica-se que a mediana (x) se encontra abaixo da média (μ), o que significa que a maioria das respostas obtidas se encontram acima do valor de 45,3 % de redução. Já para as PMI ocorre o contrário, sendo que a maioria das respostas obtidas está abaixo da média de 44,5 % de redução.

Estes resultados são bastante superiores quando comparados os PRI limitantes de PRI_{μ} e $PRI_{\mu} + \sigma$. A aplicação deste segundo faz com que as IEI necessitem de pouco mais de um terço da dedução aplicável, face ao PRI_{μ} . Já nas PMI, esta diferença não é tão acentuada, já que, segundo o quadro 4.13, continuam a requerer deduções de cerca de 26,1 %.

Comparando estes resultados no que diz respeito à tipologia de indústria, conclui-se que as diferença não é significativa; as PMI requerem apenas uma ligeira menor redução no investimento inicial, face às IEI. Este resultado não é verificado quando comparadas as taxas energéticas aplicadas aos consumos de electricidade, como demonstra a figura 4.12.

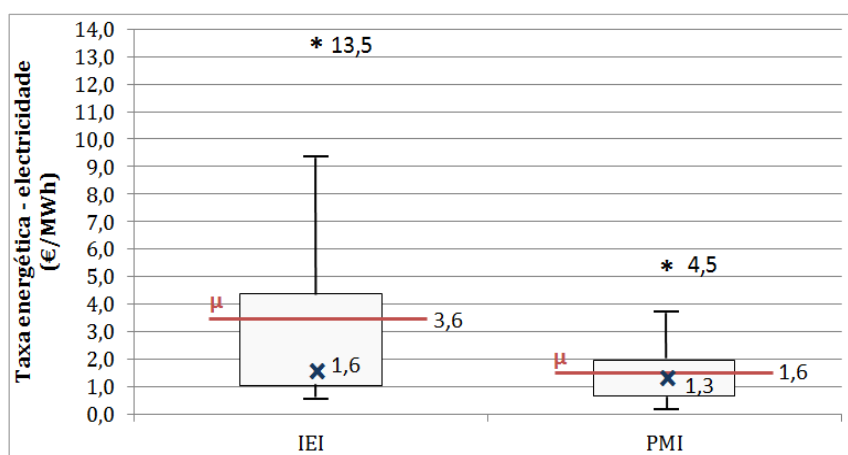


Figura 4.12 - Tratamento estatístico dos valores da taxa energética à electricidade, tendo PRI_{μ} , para as IEI e as PMI.

A análise de resultados evidencia que, para que possam ser reduzidos os valores dos investimentos em medidas não implementadas até ao PRI μ , as IEI requerem que seja aplicada uma taxa quase três vezes superior às PMI.

Este resultado permite concluir, embora de forma grosseira, que é mais fácil ajudar as PMI a melhorar o seu desempenho energético, do que as IEI. Tal porque a construção de um programa de apoio à eficiência energética, com base no valor da taxa energética estimada, não irá perturbar significativamente o seu orçamento energético. Isto é, o valor de 1,6 €/MWh obtido, encontra-se pouco acima do imposto de ISP, ao qual estas indústrias já se encontram sujeitas actualmente - 1,0 €/MWh (Portaria 320-D, 2011). Isto significa que o desenho de um programa específico a PMI, que viabilize a criação de um fundo à eficiência energética, terá um acréscimo de apenas 0,6 €/MWh para estas indústrias.

Apesar desta analogia não poder ser feita para as IEI, no sentido em que a taxa energética estimada para estas indústrias é de cerca de 3,6 €/MWh, não significa que a sua aplicação acarretasse desequilíbrios nos orçamentos energéticos destas instalações. Tal porque o preço médio da electricidade vendida à indústria em Portugal era de 92 €/MWh em 2010, sem a aplicação do ISP, valor este muito superior à potencial taxa aplicada (Eurostat, 2012).

Em suma, a aplicação da taxa energética resultaria num acréscimo de 0,7 e 2,8 % do custo total da electricidade, para PMI e IEI respectivamente. Representaria assim um reduzido aumento da despesa para as instalações, para as quais o custo de electricidade continuaria a estar muito abaixo da média da EU-27, que se situava nos 112 €/MWh em 2010 (Eurostat, 2012).

Este resultado é positivo, sobretudo quando comparado ao potencial de economia energética associado a medidas não implementadas, e que poderia ser viabilizado com a aplicação do mecanismo estudado de RFA.

5. CONCLUSÕES

5.1 Síntese e balanço do trabalho desenvolvido

A presente dissertação de mestrado tinha três principais objectivos: caracterizar os consumos energéticos da indústria transformadora nacional; conhecer o grau de investimento em eficiência energética, tanto para IEI – Indústrias Energeticamente Intensivas, como para PMI – Pequenas e Médias Indústrias; e formular uma estratégia de incentivo à melhoria do desempenho energético do sector.

A caracterização da indústria transformadora revelou que 30% dos consumos energéticos do sector são abrangidos pelo CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão, e outros 15 % são abrangidos pelo SGCIE – Sistema de Gestão de Consumos Intensivos Energéticos. Conclui-se assim que cerca de 45 % dos consumos energéticos do sector estarão actualmente ao abrigo de regulamentação energética ou ambiental. Os restantes 55 % dos consumos correspondem a PMI, que não estão abrangidas por regulamentação específica de gestão da energia e têm menos acesso a incentivos para a eficiência energética. As PMI correspondem na maioria dos casos a pequenas e médias empresas, que por sua vez representam 99% do número de empresas industriais.

Verificou-se que as medidas aplicadas em sede de SGCIE com período de retorno do investimento de 0-3 anos foram responsáveis por 77 % da poupança energética total. Neste conjunto de medidas, o custo médio da energia poupada foi cerca de quatro vezes inferior ao das medidas com período de retorno superior a 3 anos.

Constata-se que grande parte das medidas implementadas em IEI, ao abrigo do programa SGCIE, correspondem à aplicação de medidas que são já custo-eficazes, e a indústrias com apoios institucionais e obrigações regulamentares — porventura aquelas que menos necessidade tinham desses apoios.

De modo a caracterizar a eficiência energética na indústria transformadora nacional, foi elaborado um inquérito. Contudo, verificou-se uma reduzida colaboração por parte das empresas contactadas, já que apenas 10 instalações responderam. A expectativa de que as empresas dotadas de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) estariam mais disponíveis para responder a este inquérito, não se revelou correcta. Destes resultados podemos supor que a eficiência energética é ainda vista predominantemente como uma obrigação, e não uma oportunidade de melhoria de vantagens competitivas. Caso tal se verifique, será uma indicação de falta de conhecimento ou informação imperfeita referente à temática. Contudo, esta conclusão não foi confirmada, já que este não constituía o âmbito principal deste trabalho.

No sentido de indentificar medidas de eficiência implementadas e não implementadas, foi analisada uma amostra de 52 auditorias energéticas a indústrias, com três origens distintas: a Direcção Geral de Energia e Geologia, uma empresa de consultoria energética e os inquéritos realizados no âmbito deste trabalho. Esta amostra representa aproximadamente 2 % do total de consumos energéticos da indústria transformadora nacional; tanto para IEI como PMI, a principal fonte energética é a electricidade.

Comparando as medidas aplicadas e não aplicadas, verificou-se que as PMI aplicam medidas que poupam em média 9% dos consumos, e as IEI 6% dos consumos. As medidas identificadas não aplicadas correspondem em média a 23% dos consumos nas PMI e 2% dos consumos nas IEI. Identificou-se no entanto uma distorção decorrente das próprias metodologias de auditoria: em muitos casos, as auditorias não procuraram sequer identificar potenciais de poupança com menor rentabilidade, especialmente nas IEI. Esta distorção metodológica é a principal explicação para a fracção relativamente pequena de medidas identificadas não implementadas neste segmento.

O facto de as medidas serem ou não implementadas deve-se, em parte, ao período de retorno do investimento. As medidas implementadas nas PMI e IEI apresentam um período de retorno médio respectivamente de 2,1 e de 3,1 anos; as medidas não implementadas têm períodos de retorno médios de 4,3 e 5,2 anos, respectivamente. Conclui-se assim que as PMI apresentam maiores dificuldades no investimento em eficiência energética.

Analisando o custo-eficácia das medidas, verificou-se que as IEI adoptam medidas cujo custo de investimento por energia poupada é, em média, cerca de 900 €/ (tep/ano), enquanto que para as PMI este valor é 1 100 €/ (tep/ano); para as medidas não adoptadas, estes valores são, respectivamente, 3 600 e 1 800 €/ (tep/ano). Conclui-se assim que uma PMI suporta, em média, custos um pouco mais elevados para reduzir os seus consumos energéticos comparativamente às IEI. Por outro lado, é financeiramente mais interessante ajudar PMI a investirem nas medidas não implementadas, já que o custo de investimento por energia poupada é metade do que no caso das IEI. Esta tendência parece clara, embora a dimensão relativamente reduzida da amostra aconselhe a um estudo mais aprofundado do problema.

Quanto ao potencial de redução de emissões de GEE associado à implementação de medidas de URE, verificou-se que é proporcional ao potencial de redução energética. Conclui-se assim que as PMI têm um elevado potencial de melhoria de desempenho ambiental associado às medidas não adoptadas. Este resultado ganha relevo face à elevada representatividade dos consumos energéticos das PMI na indústria transformadora.

Analisando a tipologia de medidas mais frequentemente implementadas ou não implementadas, no caso das IEI são semelhantes. Já nas PMI, verifica-se que as medidas implementadas constituem maioritariamente reparações e melhorias incrementais, enquanto as não implementadas têm alguma representação de novas tecnologias.

Conclui-se assim que, para além da dificuldade de acesso a crédito, que explica a não implementação de medidas com um potencial energético vantajoso, as PMI terão maior dificuldade em promover a renovação tecnológica. A fraca actualização tecnológica pode pôr em risco a competitividade destas indústrias, que competem a nível internacional.

Quanto à análise de critérios para a adopção de medidas de URE, verificou-se que os critérios dominantes são de natureza financeira.

Foram também analisados os obstáculos ao investimento em medidas não implementadas. Para as PMI, a principal barreira à eficiência energética é o acesso ao capital. Estas dificuldades não são sentidas com igual magnitude por parte das IEI, que se encontram já abrangidas por

programas de apoio à melhoria do desempenho energético ou ambiental. Para estas, a principal razão para a não implementação de uma dada medida está associada ao risco de investimento.

Contudo, os resultados permitem verificar que a subsidiação de auditorias apenas a IEI, é na realidade geradora de assimetrias no sector industrial. Os resultados deste estudo vão no sentido esperado, ou seja, estas são as indústrias com maior facilidade de acesso a crédito. Correspondem também a empresas onde o peso da energia na estrutura de custos é elevado, e portanto mais lucram com investimentos em melhoria do desempenho energético. As grandes indústrias possuem ainda frequentemente pessoal técnico especializado nesta temática, o que não acontece nas PMI.

A subsidiação das auditorias energéticas parece assim fazer mais sentido para as PMI: representam a maioria dos consumos energéticos nacionais neste sector, têm um elevado potencial de melhoria do seu desempenho energético, e têm falta de meios para concretizar essas melhorias.

Demonstra-se que a isenção de ISP das indústrias registadas no SGCIE e no CELE não tem o efeito de melhorar a eficiência. O benefício concedido nesta matéria constitui um incentivo distorcedor, gerador de desigualdades na indústria e desincentivador da adopção de políticas de poupança. Este efeito ricochete foi comprovado na consulta de auditorias energéticas e planos de racionalização energética, na qual se verificou que as IEI apenas investem no número de medidas que permita cumprir os requisitos legais; este resultado foi verificado mesmo quando as medidas não implementadas apresentavam um custo-eficácia vantajoso.

Estes resultados são concordantes com a literatura, tendo sido vários os estudos consultados que indicaram a eliminação de subsídios ao consumo como uma das principais linhas de orientação para uma política energética coerente.

O ensaio de uma política de incentivo à eficiência energética foi baseada nas barreiras identificadas e nos casos de sucesso verificados em países da EU-27. Foi proposta uma metodologia de análise da aplicação de uma taxa energética que permitisse criar um Fundo de Eficiência Energética; esta taxa retorna às indústrias através de uma dedução do custo de investimento das medidas de URE em sede de IRC, permitindo reduzir o período de retorno a níveis aceitáveis. O exercício realizado indica que, com os preços de energia de 2010, seriam necessárias deduções por investimentos em URE em sede de IRC da ordem dos 45%, e taxas energéticas entre 1 e 5 €/MWh. Isto corresponde a aumentos do preço da electricidade entre 1 e 3%, mas com redução do custo efectivo a curto prazo pela via da redução de consumos; o balanço para o erário público é positivo a prazo.

O exercício desenvolvido é apenas preliminar, quer pela dimensão da amostra, quer pelo reduzido leque de cenários considerados. Considera-se mesmo assim ter desenvolvido uma metodologia de análise válida, que poderá ser expandida posteriormente. Esta abordagem parece ser bastante interessante em termos do custo-eficácia de medidas de redução das emissões de GEE ou de redução da dependência energética. A haver alguma distorção, os resultados são subvalorizados; com a aplicação de uma taxa energética, é esperada a adopção de medidas de gestão energética mais sustentáveis, não tida em conta o presente estudo, ou seja, o potencial de melhoria de desempenho energético poderá ser ainda superior.

Em conclusão, considera-se que os objectivos da dissertação foram cumpridos com sucesso, quer do ponto de vista de uma caracterização inovadora da eficiência energética no sector industrial, quer da demonstração de ferramentas de análise para a promoção da eficiência energética.

5.2 Principais recomendações e estudos futuros

5.2.1. Revisão do SGCIE

No decorrer do desenvolvimento da presente dissertação de mestrado, o programa SGCIE encontrava-se a ser revisto. Nos vários contactos estabelecidos com a DGEG e a ADENE, foi transmitida a intenção de alargar o programa SGCIE a instalações industriais com consumos energéticos superiores a 200 tep/ano.

Como tal, as recomendações que se seguem dizem respeito ao programa SGCIE nos moldes actuais, definidos pelo Decreto-Lei nº71/2008; poderão vir a servir de base para futuras reformulações, ou caso seja oportuno, ainda para a próxima reformulação. Em suma, apresentam-se as seguintes propostas:

Programa de apoio a PMI

A revisão da literatura evidenciou que uma das linhas de orientação para a formulação de estratégias de promoção à eficiência energética nas indústrias, passa por criar um programa de apoio à melhoria do desempenho energético específico a PMI.

Contudo, o programa destinado a PMI poderá passar a ser o SGCIE. Neste caso, e tal como evidenciado pelos resultados deste estudo, não deverá ser aplicado o mesmo conjunto de políticas. Estas terão de ser desenhadas de modo a eliminar as barreiras identificadas, que diferem das verificadas nas actuais indústrias registadas neste programa.

O principal obstáculo à eficiência energética nas PMI passa pela dificuldade de acesso ao crédito. Contudo, tendo em conta a reduzida amostra tratada neste trabalho, é sugerido que seja aprofundado o estudo das barreiras, de forma a corroborar os resultados obtidos.

Seria ainda importante, em estudos futuros, proceder à adequação da metodologia utilizada na recolha de dados. Para tal, é sugerido que o inquérito seja realizado de forma presencial, com recurso a entrevistas. Este procedimento permitirá compreender, “no terreno”, quais as verdadeiras dificuldades sentidas por estas indústrias.

Aplicação da reforma fiscal ambiental (RFA)

Neste trabalho, foi proposta uma metodologia de análise da aplicação da RFA a indústrias transformadoras. Contudo, as conclusões foram retiradas de uma amostra de indústrias limitada, sobretudo no que diz respeito a PMI. Adicionalmente, o estudo foi realizado para PMI e IEI separadamente, e a aplicação de taxas energéticas diferentes e apenas a consumos de electricidade, não seria viável.

Para estudos ulteriores, recomenda-se que se proceda ao estudo da taxa aplicável, simultaneamente, a IEI e a PMI. Esta deverá acautelar um retorno financeiro capaz de suportar as deduções em sede de IRC em medidas de URE destinadas a IEI; mas simultaneamente, não ser demasiado elevada que prejudique o orçamento energético das PMI.

Posteriormente, deverá ser acautelado se as PMI são, ou não, PME – Pequenas e Médias Empresas. Apesar de várias instalações poderem apresentar consumos energéticos semelhantes, o seu volume de negócios, número de colaboradores e representatividade dos custos energéticos pode influenciar largamente o grau de disponibilidade para investir em eficiência energética.

Para o efeito, deverá ser analisada a aplicação da taxa energética a outras fontes energéticas significativamente utilizadas na indústria, como o gás natural.

Eliminação de subsídios distorcedores

Neste trabalho, foi identificada a aplicação de um subsídio distorcedor, nomeadamente a isenção de ISP sobre combustíveis industriais a instalações registadas no SGCIE e no CELE. Uma vez que se equaciona a possibilidade desta últimas poderem vir a ser alvo de regulamentação aplicada aos consumos energéticos, é essencial que esta medida, tida como de incentivo à eficiência energética, seja eliminada.

5.2.2 Acordos voluntários por parte da indústria transformadora

A revisão da literatura evidenciou que uma das estratégias de promoção à eficiência energética na indústria com melhores resultados, passa pela combinação de instrumentos de mercado com acordos voluntários. Sugere-se assim que em desenvolvimentos futuros seja estudada a adopção destes acordos, através da criação de um mecanismo que premeie a sua implementação por meio da aplicação de instrumentos fiscais.

Paralelamente, poderá ser equacionada a integração de uma abordagem de ACV na análise de consumos energéticos. Esta apresenta como vantagens o facto de influenciar toda a cadeia de produção envolvida, e logo, os consumos a montante e a jusante. Um exemplo do possível estudo da sua aplicação poderá passar pela escolha adequada da fonte de matérias-primas adquiridas, premiando indústrias extractivas que tenham instaurado, por exemplo, um SGE.

5.3 Considerações Finais

Em nenhum momento da história da evolução da Humanidade foi possível verificar a existência de Sociedades mais ricas, prósperas e desenvolvidas do que aquelas que nos inserimos nos dias de hoje. Apesar de todos os problemas e conflitos actuais, sabemos que nunca vivemos com tanto e por tanto tempo.

Este rápido crescimento e melhoria da qualidade de vida deve em muito a sua origem à industrialização de todas as actividades das quais hoje dependemos. Contudo, é igualmente a fonte de muitos dos problemas ambientais e desigualdades sociais que actualmente se verificam

à escala global. Tal porque, as Sociedades que hoje consideramos como desenvolvidas, acentam a sua evolução numa riqueza que até recentemente não contabilizavam: os recursos naturais.

As recentes ameaças ambientais que enfrentamos requerem uma mudança de paradigma por parte dos cidadãos e das organizações, mas sobretudo, a reinvenção dos modelos de produção e padrões de consumo. É essencial que nas próximas décadas seja assegurada uma gestão sustentável e segura do fornecimento energético em todas as áreas. Uma alocação adequada destes recursos surge hoje, não apenas como um dos maiores desafios à escala global, mas também como uma oportunidade para mudarmos verdadeiramente o nosso paradigma de crescimento.

É necessário traçar metas mais ambiciosas e equacionar novas soluções. A aplicação de instrumentos voluntários, em complemento com medidas de incentivo fiscal, foi provada ser uma solução eficaz noutros países. A adoção da ACV, o redesenho de produtos ou a ecologia industrial são algumas das ferramentas até hoje não exploradas enquanto políticas de promoção de eficiência energética. Ao actuarem a montante, com vista à eficiência da utilização dos recursos, permitem melhorar o processo produtivo e os indicadores de desempenho ambiental.

A maior vantagem da adopção destes instrumentos constitui a criação de uma abordagem integrada, até hoje nunca equacionada a nível nacional. Ao serem atribuídas responsabilidades segmentadas e estipuladas metas independentes a sectores cujas actividades dependem intrinsecamente entre si, os resultados obtidos serão sempre aquém do potencial total de melhoria. De outro modo, os benefícios sociais e ambientais associados aos ganhos de eficiência energética apenas se verificam se a eficiência de utilização de recursos se verificar de montante a jusante do processo industrial.

Todas estas questões ganham um novo relevo nos tempos que correm. A actual conjectura económica nacional e europeia é fruto não só de muitas ineficiências do “sistema”, mas também da forma como consumimos nas últimas décadas. Cabe a quem tem o poder decisório, ser capaz de visualizar que existem outras soluções.

É possível fazer com que cresçamos. Apenas temos que enfrentar uma nova meta. Porque, tal como Ban ki Mon referiu no discurso citado no início deste trabalho, “Estamos a ficar sem tempo”.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABB - Consultoria em eficiência energética para as indústrias (2010). *Eficiência energética Industrial: Consultoria em Eficiência Energética*. Perafita, Portugal.
- Abdelaziz, E. A. *et al* (2010). *A review on energy saving strategies in industrial sector*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15(2010), 150-168.
- ACEEE, American Council for an Energy-Efficient Economy (2009). *How Does Energy Efficiency Create Jobs?* Washington, D.C., USA.
- ADENE - Agência para a Energia (2004). *Eficiência Energética na Indústria - Cursos de Utilização Racional de Energia*. Gaia, Portugal.
- Ahmed, S. F. (2008). *An Examination of the Development Path Taken by Small Island Developing States: Jamaica a Case Study*. Master of Arts, University of Prince Edward Island, Charlottetown. Canda.
- Antunes, P. (1999). *Instrumentos Económicos de Política do Ambiente*. Ambiente, Economia e Sociedade 60(1999), 100-110.
- Antunes, P. *et al* (2003). *Estudo sobre o sector eléctrico e ambiente - Relatório síntese*. Centro de Economia Ecológica e Gestão do Ambiente, DCEA-FCT - UNL. Portugal.
- Antunes, P. & Videira, N. (2011a). Aula: Medidas e instrumentos de política de ambiente, de Maio de 2011. Disciplina de Gestão do Ambiente. DCEA-FCT - UNL. Portugal.
- APA-TEGEE. (2012). *Títulos de Emissão de Gases com Efeito de Estufa (TEGEE) emitidos no período 2008-2012*. Acedido a 7 de Maio de 2012: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=295&sub2ref=467>. APA, Agência Portuguesa do Ambiente. Portugal.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente (2011). *Portuguese National Inventory Report 2011*. Portugal.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente (2012a). *CELE - Enquadramento legislativo*. Portugal.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente (2012b). *Emissões verificadas para as instalações CELE em Portugal - 2010*. Portugal.
- BCSD - Portugal (2005). *Manual de boas práticas de eficiência energética*. ISR - Dep. de Eng. Electrotécnica e de Computadores, Universidade de Coimbra. Portugal.
- Bosquet, B. (2000). *Environmental tax reform: does it work? A survey of the empirical evidence*. Ecological Economics, 34(2010), 19-32.
- Brown, M. A. (2001). *Market failures and barriers as a basis for clean energy policies*. Energy Policy, 29(2011), 1197-1207.
- Brundtland (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. UN - United Nations.
- Bunse, K. *et al* (2010). *Integrating energy efficiency performance in production management - Gap analysis between industrial needs and scientific literature*. Journal of Cleaner Production, 19(2010), 667-679.

- CE - Comissão Europeia (2003). *Recomendação da Comissão de 6 de Maio de 2003 relativa à definição de micro, pequenas e médias empresas*. 2003/361/CE C.F.R. (2003). Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas, Bélgica.
- CE- Comissão Europeia (2006). *A nova definição de PME: Guia do utilizador e modelo de declaração*. Publicações "Empresas e Indústria".
- Ciscar, J. C. *et al* (2004). *Vulnerability of the EU Economy to Oil Shocks: a General Equilibrium Analysis with the GEM-E3 Model*. Joint Research Center, European Commission.
- da Silva, R. N. (2011). Aula: Eficiência Energética na Indústria, de Novembro de 2011. Disciplina de Instrumentos Globais em Ambiente e Energia. DCEA-FCT - UNL. Portugal.
- de Beer, J. (2000). *Potential for Industrial Energy-Efficiency Improvement in the Long Term* (Vol. Volume 5). Publicado por: Kluwer Academic Publishers. Utrecht, The Netherlands.
- DEE - Directiva Eficiência energética (2011). *Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à eficiência energética e que revoga as Directivas 2004/8/CE e 2006/32/CE (2011)*. 2011/0172 (COD). Bruxelas, Bélgica.
- Despacho nº17313 (2008) - Despacho nº17313/2008 de 27 de Junho de 2008. *Poderes Caloríficos Inferiores e Factores de Emissão para Combustíveis*. Direcção-Geral de Energia e Geologia. Portugal.
- Despacho nº17449 (2008) - Despacho nº17449/2008 de 27 de Junho de 2008. *Auditorias Energéticas*. Direcção-Geral de Energia e Geologia. Portugal.
- DGEG - Direcção-Geral de Energia e Geologia (2010). *Balanço Energético 2010*. Portugal.
- DGEG - Direcção-Geral de Energia e Geologia (2011). *Estatística e Preços - Indicadores Energéticos*. Divisão de Planeamento e Estatística. Portugal.
- DGEG - Direcção-Geral de Energia e Geologia (2012). *A Evolução da Eficiência e Conservação de Energia em Portugal*. Consultado a 13 de Setembro de 2012: www.dgeg.pt. Portugal.
- Dincer, I. (1999). *Environmental impacts of energy*. Energy Policy, 27(1999), 845-854.
- DL 58 (1982) - Decreto-Lei nº58/1982 de 26 de Fevereiro. *RGCE, Regulamento de Gestão do Consumo de Energia*. Ministério da Indústria, Energia e Exportação - Secretaria de Estado da Energia. Portugal.
- DL 1530 (2008) - Decreto-Lei nº 1530/2008 de 29 de Dezembro. *Alteração do imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos (ISP)*, Ministérios das Finanças e da Administração Pública e da Economia e Inovação. Portugal.
- DL 71 (2008) - Decreto-Lei nº 71/2008 de 15 de Abril. *SGCIE - Sistema de Gestão de Consumos Intensivos Energéticos*. Ministério da Economia e Inovação. Portugal.
- EC-ECAP - European Commission (2012). *Programa de Apoio à Conformidade Ambiental para as PME*. Acedido a 29 de Junho de 2012: http://ec.europa.eu/environment/sms/programme/programme_pt.htm.
- EC-EMAS - European Commission (2012). *What is EMAS?* Acedido a 30 de Junho de 2012: http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm.
- EC - European Commission (2003). *External Costs: Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport*. Brussels, Belgium.
- EC - European Commission (2011). *Energy 2020: A strategy for competitive, sustainable and secure energy*. Directorate-General for Energy. Brussels, Belgium.

- EEP - Energy Efficiency Plan (2011). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. European Commission. Brussels, Belgium.
- EEW (2011). *Improving National Energy Efficiency Strategies in the EU Framework (Vol. EEW - Publication Nr. 1/2011)*. Intelligent Energy - Europe.
- EFCSEP - Energy Foundation of China Sustainable Energy Program (2005). *Tax and Fiscal Policies for Promotion of Industrial Energy Efficiency: A Survey of International Experience*. China.
- Ekins, P. (2009). *Resource Productivity, Environmental Tax Reform and Sustainable Growth in Europe*. Anglo-German Foundation for the study of Industrial Society. Oxford University, United Kingdom.
- EU - European Union (2009). *Taxation papers: The role of fiscal instruments in environmental policy*. Luxemburg.
- Eurostat (2009). *Panorama of energy: Energy statistics to support EU policies and solutions*. European Commission. Brussels, Belgium.
- Eurostat (2011). *Energy, transport and environment indicators*. European Commission. Brussels, Belgium.
- Eurostat (2012). *Electricity prices for industrial consumers*. Acedido a 17 de Setembro de 2012: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/images/9/9a/Half-yearly_electricity_and_gas_prices%2C_2011s2_%28EUR_per_kWh%29.png.
- Farinelli, U. et al (2005). "White and Green": *Comparison of market-based instruments to promote energy efficiency*. Journal of Cleaner Production, 13(2005), 1015-1026.
- FEDER (2006). *FEDER - Manual de Preenchimento dos Formulários de Candidatura, de Execução e de Conclusão do Projecto*.
- Gallopín, G. (2001). *Science and Technology, Sustainability and Sustainable Development. Economic Commission for Latin America and the Caribbean*. ECLAC - Economic Commission for Latin America and the Caribbean.
- Knigge, M. & Görlach, B. (2005). *Effects of Germany's Ecological Tax Reforms on the Environment, Employment and Technological Innovation*. Research Project commissioned by the German Federal Environmental Agency (UBA) & Ecologic e Institute for International and European Environmental Policy. Berlin, Germany.
- IEA - International Energy Agency (2007). *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions*. Paris, France.
- INE - Instituto Nacional de Estatística (2007). *CAE - Classificação Portuguesa de Actividades Económicas (Vol. Revisão III)*. Lisboa, Portugal.
- INE - Instituto Nacional de Estatística (2009). *Quota do consumo final de energia (%) por Sector de actividade económica; Anual (1)*. Lisboa, Portugal.
- INE - Instituto Nacional de Estatística (2010). *Estudos sobre Estatísticas Estruturais das Empresas*. Lisboa, Portugal.
- INE - Instituto Nacional de Estatística (2012). *Produto interno bruto a preços correntes (Base 2006 - €)*. Lisboa, Portugal.

- INTERREG III - Cooperação Transfronteiriça Portugal-Espanha (2007). *Guia de boas práticas de medidas de utilização racional de energia (URE) e energias renováveis (ER)*. Imprimido por: OficialDesign, Lda. Coimbra, Portugal.
- IPCC (2007). *Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Summary for Policymakers*. UNEP, United Nations Environmental Protection. Bangkok, Thailand.
- ISO - International Organization of Standardization (2011). *Win the energy challenge with ISO 50001*. Acedido a 30 de Julho de 2012: http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy.pdf.
- Ki-moon, B. (2011). *World Economic Forum's Annual Meeting - Davos*. Acedido a 15 de Agosto de 2012: <http://redgreenblue.org>.
- Labanca, N. (2012). *Market based instruments for the promotion of energy end-use efficiency: the case of energy saving obligations and white certificates in the EU*. Paper presented at the PCEEE, *Portugal em Conferência para uma Economia Energéticamente Eficiente*, Coimbra, Portugal.
- Langniss, O. & Praetorius, B. (2004). *How much market do market-based instruments create? An analysis for the case of "white" certificates*. *Energy Policy* 34(2004), 200-211.
- Lei nº67-A (2007) - Lei nº67-A/2008 de 31 de Dezembro de 2007. *Orçamento de Estado para 2008*. Portugal.
- Lynn, P. & Worrell, E. (2000). *International industrial sector energy efficiency policies*. Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL-46274). USA.
- Madeira, A. & Melo, J. J. (2003). *Caracterização do Potencial de conservação de energia eléctrica em Portugal*. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa. Portugal.
- McKane, A. et al (2010). *Setting the standard for industrial energy efficiency*. *Industrial Management Issues*, 9(2010), 70.
- NRC - National Research Council of the National Academies (2009). *Hidden Costs of Energy: Unpriced Consequences of Energy Production and Use*. Washington D.C., USA.
- NP EN ISO 14001 (2004). *Sistemas de Gestão Ambiental Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização*: ISO, International Organization of Standardization.
- ODYSEE-MURE (2009). *Energy Efficiency Trends and Policies in the Industrial Sector in the EU-27: Lessons from the ODYSSEE MURE project*. ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie & Intelligent Energy Europe Programme, European Commission. Paris, France.
- Oikonomou, V. et al (2008). *White Certificates for energy efficiency improvement with energy taxes: A theoretical economic model*. *Energy Economics*, 30(2008), 3044-3062.
- Petrecca, G. (1992). *Industrial energy management: principles and applications*. Publicado por: Kluwer Academic Publisher. USA.
- Portaria nº320-D (2011) - Portaria nº320-D/2011 de 30 de Dezembro de 2011. *Taxas do imposto sobre produtos petrolíferos e energéticos*. Ministérios das Finanças e da Economia e do Emprego. Portugal.
- Rietbergen, M. G. et al (2002). *Do agreements enhance energy efficiency improvement? Analysing the actual outcome of long-term agreements on industrial energy efficiency in The Netherlands*. *Journal of Cleaner Production* 10(2004), 153-163.

- Rodhin, P. & Thollander, P. (2006). *Barriers to and driving forces for energy efficiency in the non-energy intensive manufacturing industry in Sweden*. Energy, 31(12), 1836–1844.
- Santos, R. (2010). Aula: *Instrumentos de Política de Ambiente*, de Novembro de 2010. Disciplina de Economia do Ambiente. DCEA-FCT - UNL. Portugal.
- Santos, R. (2011). Aula: *Modelos de Gestão de Recursos*, de Dezembro de 2011. Disciplina de Economia Ecológica. DCEA-FCT - UNL. Portugal.
- SGCIE-ADENE. (2010). *Medidas de eficiência energética aplicáveis à indústria portuguesa: Um enquadramento tecnológico sucinto*. Direcção Auditoria Indústria da ADENE. Portugal.
- SGCIE-ADENE. (2012). *Relatório Síntese - Julho de 2012: SGCIE - Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia*. Direcção Auditoria Indústria da ADENE. Portugal.
- SGCIE. (2012a). *SGCIE - Metas*. Acedido a 14 de Julho de 2012: <http://adene.pt>. ADENE. Portugal.
- SGCIE. (2012b). *SGCIE - Sistema de Gestão de Consumos Intensivos Energéticos*. Acedido a 15 de Setembro de 2012: <http://adene.pt>. ADENE. Portugal.
- Soderholm, P. & Henriksson, E. (2009). *The cost-effectiveness of voluntary energy efficiency programs*. Energy for Sustainable Development 13(2009), 235-243.
- Sorrell, S. *et al* (2000). Reducing barriers to energy efficiency in public and private organizations. Acedido a 12 de Agosto de 2012: <http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/publications/reports/barriers/final.html>. SPRU, *Science and Technology Policy Research*. United Kingdom.
- Tanaka, K. (2008). *Assessment of energy efficiency performance measures in industry and their application policy*. Energy Policy 36(2008), 2887-2902.
- Tanaka, K. (2011). *Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector*. Energy Policy 39(2011), 6532-6550.
- Thollander, P. (2010). *An interdisciplinary perspective on industrial energy efficiency*. Applied Energy 87(2010), 3255-3261.
- Thollander, P. & Dotzauer, E. (2010). *An energy efficiency program for Swedish industrial small- and medium-sized enterprises*. Journal of Cleaner Production 18(2010), 1339-1346.
- Trianni, A. & Cagno, E. (2011). *Dealing with barriers to energy efficiency and SMEs: Some empirical evidences*. Energy, 37(2012), 494-504.
- UNEP - United Nations Environmental Protection (2006). *Financial mechanisms for improving energy efficiency in industry in Asia (draft)*. Acedido a 10 de Junho de 2012: <http://www.energyefficiencyasia.org/docs/Review%20of%20Financial%20Mechanisms%20for%20EE.pdf>. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific.
- UNEP - United Nations Environmental Protection (2008). *Promoting Industrial Energy Efficiency through a Cleaner Production/Environmental Management System Framework*. Acedido a 29 de Julho de 2012: http://www.unep.org/eou/Portals/52/Reports/Energy_Efficiency_Report_FINAL.pdf.
- UNEP - United Nations Environmental Protection (2011). *Towards a Green Economy - Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. Geneva, Switzerland.

- UNIDO - United Nations Industrial Development Organization (2008). *Policies for promoting industrial energy efficiency in developing countries and transition economies*. Vienna, Austria.
- UNIDO - United Nations Industrial Development Organization (2011). *Barriers to industrial energy efficiency: A literature review*. Vienna, Austria.
- Velthuijsen, J. W. (1993). *Incentives for Investment in Energy Efficiency: An Econometric Evaluation and Policy Implications*. Environmental and Resource Economics 3(1993), 153-169.
- Videira, N. (2011b). Aula: *Sistemas de Gestão Ambiental (SGA)*, de Abril de 2011. Disciplina de Gestão do Ambiente. DCEA-FCT - UNL. Portugal.
- Weber, L. (1997). *Some reflection on barriers to the efficient use of energy*. Energy Policy 25(1997), 833-835.
- WEC - World Energy Council (2011). *Policies for the future: 2001 Assessment of country energy and climate policies :: Takeaways for policymakers*. London, United Kingdom.

ANEXO I

Medidas de URE aplicáveis à indústria transformadora.

Quadro I.1- Lista de MT e MS aplicáveis à melhoria da eficiência energética na indústria Portuguesa (Fonte: SGCIE-ADENE, 2010).

Medidas transversais			
Sistemas accionados por motores eléctricos		MT1	Optimização de motores
		MT2	Sistemas de bombagem
		MT3	Sistemas de ventilação
		MT4	Sistemas de compressão
Produção de calor e frio		MT5	Cogeração
		MT6	Sistemas de combustão
		MT7	Recuperação de calor
		MT8	Frio industrial
Iluminação		MT9	Iluminação
Eficiência do processo industrial		MT10	Monitorização e controlo
		MT11	Tratamento de efluentes
		MT12	Integração de processos
		MT13	Manutenção de equipamentos
		MT14	Isolamentos térmicos
		MT15	Transportes
		MT16	Formação e sensibilização de recursos humanos
		MT17	Redução da energia reactiva
Medidas sectoriais			
MS1	Alimentação e bebidas	MS1.1	Optimização e esterilização
		MS1.2	Processos de separação com membrana
		MS1.3	Mudança de moinhos horizontais para verticais
		MS1.4	Destilação sob vácuo
MS2	Cerâmica	MS2.1	Optimização de fornos
		MS2.2	Melhoria de secadores
		MS2.3	Extrusão com secadores
		MS2.4	Estrusão dura
		MS2.5	Optimização de produção de pó para prensagem
		MS2.6	Utilização de combustíveis alternativos
MS3	Cimento	MS3.1	Optimização de fornos
		MS3.2	Optimização de moagens
		MS3.3	Utilização de combustíveis alternativos (p. ex. biomassa)
		MS3.4	Redução da utilização do clínquer no cimento
		MS3.5	Utilização de gás natural (em substituição do coque de petróleo)
MS4	Madeira e artigos de madeira	MS4.1	Transportadores mecânicos em vez de pneumáticos
		MS4.2	Aproveitamento de sub-produtos de biomassa
		MS4.3	Optimização de fornos de secagem contínua
MS5	Metal-electro-mecânica	MS5.1	Combustão submersa para aquecimento de banhos
		MS5.2	Reutilização de desperdícios
		MS5.3	Optimização de fornos
MS6	Metalurgia e Fundição	MS6.1	Melhoria na qualidade dos ânodos e cátodos.
		MS6.2	Sector da Fusão.

		MS6.3	Número de fundidos por cavidade.
		MS6.4	Rendimento do metal vazado.
		MS6.5	Diminuição da taxa de refugo.
		MS6.6	Despoeiramento.
		MS6.7	Aumento da cadência do ciclo.
		MS6.8	Redução de sobreespessuras.
MS7	Pasta e Papel	MS7.1	Gaseificação/Queimas de licor negro e outros resíduos.
		MS7.2	Optimização de operações de secagem.
MS8	Químicos, Plástico e Borracha	MS8.1	Novas operações de separação (p. ex. membranas).
		MS8.2	Utilização de novos catalisadores.
		MS8.3	Optimização das destilações.
MS9	Siderurgia	MS9.1	Melhoria dos fornos eléctricos.
		MS9.2	Processos de "smelting reduction".
		MS9.3	Fundição e conformação simultâneas.
MS10	Têxtil	MS10.1	Optimização de banhos.
		MS10.2	Pré-secagem mecânica/infravermelha (IV)
		MS10.3	Aquecimento de águas por painéis solares.
		MS10.4	Optimização dos processos de produção têxtil.
MS11	Vestuário, Calçado e Cortumes	MS11.1	Melhorias em limpezas/banhos.
		MS11.2	Tecnologias de corte e união de peças.
		MS11.3	Aquecimento de águas por colectores solares.
MS12	Vidro	MS12.1	Optimização de fornos
		MS12.2	Utilização de vidro usado (reciclagem).

Quadro I.2 – Lista explicativa de tecnologias aplicáveis à melhoria da eficiência energética na indústria transformadora Portuguesa (Adaptado de: ADENE, 2004; da Silva, 2011; INTERREG III A, 2007; SGCIE-ADENE, 2010).

Tecnologia	Observações	Fonte de ineficiência	Medidas aplicáveis	
			Descrição	Vantagens
Motores <div>Motores eléctricos (geral)</div> <div>Motores de indução</div>	<p>São reponsáveis por cerca de 70 % do consumo de electricidade na indústria europeia;</p> <p>Geralmente, as aplicações com maior potencial de redução energética são as bombas, os ventiladores e os compressores;</p> <p>Cálculo do rendimento:</p> $Eficiência = \frac{Potência\ mecânica}{Potência\ eléctrica} \times 100$ <p>Perdas num motor eléctrico: perdas térmicas, magnéticas no ferro, mecânicas e extraviasadas;</p> <p>Perdas num motor de indução: energia que não é convertida em trabalho útil.</p>	No processo de conversão entre energia eléctrica em mecânica, podem ocorrer perdas.	<u>Substituição do motor</u> , por EFF1 (elevada eficiência), EFF2 (eficiência normal) ou EFF3 (eficiência reduzida);	-Maior fiabilidade, rendimento e factor de potência; -Menores perdas e consumo com a mesma carga; -PRI ± 2,5 anos;
		Elevados consumos energéticos.	Optimização de motores (geral): - Evitar o arranque e a operação simultânea de motores; - Verificar o mode de arranque; - Verificar o horário de funcionamento anual de cada motor; - Desligar os motores em momentos de <i>stand-by</i> .	
		Tensão reduzida nos terminais do motor, gerando um aumento de corrente, sobreaquecimento e diminuição da eficiência.	Verificar a existência de variações de tensão e o correcto dimensionamento dos cabos.	
		Sobredimensionamento de motores, em resultado da utilização frequente de elevados factores de segurança. Consequentemente, os custos de operação e a diminuição do factor de potência da instalação levam a facturas energéticas mais elevadas.	<u>Instalação de um VEV</u> – Variador Electrónico de velocidade – ajusta a velocidade do motor às cargas/necessidades do processo.	-Redução dos picos de potência durante o arranque e a paragem do motor; -Aumento do PVU do motor; -Aumento do factor de potência, o que induz uma redução da energia reactiva na factura energética; -Melhoria do controlo do processo.
Sistema de bombagem	<p>Constituição do sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bomba; - Motor eléctrico (accionamento da bomba); - Válvulas e tubagem; - Equipamentos de uso final. 	Bombas sobredimensionadas, com consequente desperdício de energia, já que o caudal é bombeado a pressões superiores às requeridas.	<u>Substituição das bombas</u>	
		Elevados consumos energéticos.	<u>Instalação de um VEV</u> – Permite converter os grupos electrobomba de velocidade constante em grupos	Economia energética pode chegar aos 50%;

			electrobomba de velocidade variável.	
Ventilação e climatização	<p>Um sistema de ventilação industrial constitui o processo no qual é retirado ou fornecido ar ou gasses para um recinto fechado, por meio mecânico.</p> <p>Estes sistemas podem representar uma parcela significativa dos consumos energéticos.</p>	- Uso excessivo dos termóstatos, a impedir que sirvam de interruptores	<ul style="list-style-type: none"> -Reduzir o nível de aquecimento; -Rectificação da localização dos termóstatos e sensores de temperatura; -Substituição dos termóstatos bimetalicos por electrónicos. 	
		-Sobredimensionamento do espaço climatizado.	Análise das necessidades de localização.	
		Sistemas de ventilação responsável por elevados consumos de electricidade.	<ul style="list-style-type: none"> - Substituição do combustível (eg. gás natural ou gasóleo); - Adequação de um sistema de recirculação do ar, que vise aumentar o ar novo em zonas ou secções da instalação industrial; - Implementação de um sistema de recuperação de calor. 	
			Instalação de VEV em <i>chillers</i> - controlam as velocidades da bomba e ventilador, consonte as temperaturas ambiente e de saída do fluído refrigerante.	As reduções energéticas podem representar 20 a 50 % do consumo de electricidade.
Sistema de ar comprimido	<p>O ar comprimido constitui ar atmosférico pressurizado, condutor de energia térmica e fluxo de energia; esta energia é transformada em energia útil através da conversão de energia em motores e cilindros.</p> <p>Estes sistemas são responsáveis por cerca de 10 % do consumo de electricidade.</p> <p>As perdas de eficiência estão relacionadas com o facto do ar ser produzido a elevadas pressões, mas ser distribuído a diferentes pressões; o potencial de melhoria é, em média, de 30 %.</p>	Fugas de ar comprimido	<ul style="list-style-type: none"> - Optimização da distribuição de ar: <ul style="list-style-type: none"> - Eliminação de tubagens obsoletas; - Optimização do diâmetro das tubagens; - Redução do número de cotovelos, mudanças de direcção e de secção; - Limpeza dos pré e pós filtros do ar; - Substituição das ferramentas pneumáticas por outras a electricidade; - Substituição do sistema de ar comprimido. 	
		Utilização de ar comprimido para outras funções (e.g. limpeza da instalação)	Utilização adequada do sistema.	
		Reduzido rendimento da produção de ar comprimido.	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperação do calor residual; - Redução da temperatura do ar de admissão; 	
			- Instalação de um VEV	<ul style="list-style-type: none"> - Redução das fugas de ar comprimido; - Aumento do PVU do sistema de compressão.
		Desadequação do período de funcionamento em carga/vazio, fazendo com que o sistema fique a operar em vazio.	<ul style="list-style-type: none"> - Substituição do compressor sobredimensionado; - Instalação de compressores em série, permitindo ligar/desligar algum consoante as necessidades verificadas. 	

Cogeração	Processo no qual existe produção de duas ou mais formas de energia, geralmente térmica e mecânica, a partir de um único combustível.	<i>Nota: O processo de cogeração é uma medida de melhoria de eficiência energética. É assim tratado, apesar da instalação de cogeração deixar de pertencer à indústria transformadora.</i>	Instalações de sistemas de cogeração	<ul style="list-style-type: none"> - Redução dos custos energéticos e de produção; - Possível retorno financeiro se a electricidade for vendida à rede;
Caldeiras, fornos e secadores	<p>A eficiência de um sistema de combustão é dada pela expressão:</p> $\eta = \frac{\text{Calor transferido para o processo}}{\text{Calor da combustão}}$ <p>As sistemas de combustão permitem transferir calor proveniente de um processo de combustão, a um dado fluído.</p> <p>Podem ser:</p> <p>Caldeiras: produzem vapor a água quente; geralmente, apresentam perdas médias de 20 %.</p> <p>Fornos: de cozedura e calcinação</p> <p>Secadores.</p>	<u>Caldeiras</u> : dimensionamento desadequado, face às necessidades da instalação.	Substituição da caldeira.	
		<u>Caldeiras</u> : acumulação, de depósitos produzidos pela combustão nos queimadores.	Revisão dos depósitos calcários e limpezas periódicas dos queimadores.	Redução das perdas de calor.
		<u>Caldeiras</u> : o excesso de ar diminui a temperatura de combustão e do combustível, gerando uma combustão incompleta.	Realização de testes de eficiência de combustão, com ajuste da proporção da mistura de ar e combustível.	Diminuição das emissões e do consumo do combustível.
		<u>Caldeiras</u> : consumo energético elevado.	<ul style="list-style-type: none"> - Isolamento da caldeira, tubagens e válvulas; - Instalação de diferentes caldeiras; - Substituição do combustível. 	
		<u>Fornos</u> : perdas de calor	Reaproveitamento do calor residual ou tempos de espera.	
		<u>Fornos</u> : consumo energético elevado	<ul style="list-style-type: none"> - Limpeza dos fornos; - Melhoria dos isolamentos dos fornos; - Regulação do excesso de ar. 	Melhoria da transferência de calor e rendimento energético.
		<u>Secadores</u> : consumo energético elevado	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de pré-secagem mecânica; - Controlo da humidade; - Recuperação de calor residual. 	
Frio industrial	<p>Utilizado quando são necessárias temperaturas negativas (congelação) ou próximas de 0°C (refrigeração), através da compressão mecânica por vapor.</p> <p>A congelação acarreta o dispêndio de grandes quantidades de energia, já que implica a extracção de calor de mudança de fase do produto.</p> <p>É predominantemente utilizado na</p>	Consumo energético elevado	<ul style="list-style-type: none"> - Isolamento e fecho correctos das câmaras frigoríficas; - Estudo da correcta localização do condensador e evaporador; - Adequação das temperaturas e humidades das salas adjacentes à câmara de congelação. 	

	indústria agro-alimentar.		
Iluminação	<p>A iluminação é responsável por 5 a 7 % dos consumos de electricidade de uma instalação industrial.</p> <p>As características mais importantes das lâmpadas são:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fluxo luminoso; - eficácia luminosa (lm/W), dada pela expressão: $\text{Rendimento luminoso} = \frac{\text{Fluxo luminoso}}{\text{Energia eléctrica consumida}}$ <ul style="list-style-type: none"> - gama de cumprimentos de onda a que uma lâmpada emite radiação; - PVU. <p>As melhorias deverão ser ajustadas ao local e funções desempenhadas e recorrer a equipamentos de alto rendimento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo energético elevado; - Hábitos de utilização desadequados e pouco eficientes; - Sobredimensionamento do sistema de iluminação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Maximização da utilização de iluminação natural; - Substituição das lâmpadas(ex: fluorescentes tubulares como T5, com 75 lm/W); - Instalação de <i>dimming</i>; permitem variar o fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas; - Instalação de sensores automáticos/dispositivos de controlo; - Substituição de balastros; estes permitem limitar a intensidade da corrente das lâmpadas fluorescentes, a vapor de mercúrio e de sódio; - Substituição de campânulas.
Energia reactiva	<p>Todos os aparelhos eléctricos requerem potência e energia reactiva.</p> <p>A energia reactiva corresponde a energia não útil, pelo que deverá ser reduzida. O factor de potência ($\cos \varphi$) permite determinar o seu peso nos consumos energéticos da instalação, através da expressão:</p> $\cos \varphi = \frac{\text{Potência activa (kW)}}{\text{Potência aparente (kVA)}}$ <p>Este factor constitui um número adimensional entre 0 e 1.</p>	<p>Em Portugal, caso se verifique que o factor de potência é inferior a 0,93, há um agravamento do preço da electricidade.</p>	<p>Instalações de baterias de condensadores, de modo a aumentar o factor de potência</p> <ul style="list-style-type: none"> - Melhoria da voltagem do sistema eléctrico; - Reduzir as quedas de tensão e perdas por efeito de Joule; - Aumentar o PVU dos equipamentos eléctricos das instalações industriais.

ANEXO II

Listas detalhadas das medidas transversais e sectorias identificadas na análise do total de indústrias englobadas na amostra.

Quadro II.1– Lista de medidas transversais (MT) identificadas na análise do conjunto de respostas da amostra.

MT1	<u>Sistemas accionados por motores eléctricos</u> - Optimização de motores	MT1	Medida não especificada.		
		MT1.1	Optimização de motores - Instalação de um VEV.		
		MT1.2	Instalação de variadores de frequência		
		MT1.3	Optimização de motores - Instalação de um regulador de tensão		
		MT1.4	Outras instalações	MT1.4a	Instalação de sistema de gestão das torres de arrefecimento.
		MT1.5	Outras substituições	MT1.5a	Substituição de máquinas de injeccção hidráulica por máquinas de injeccção eléctrica.
			MT1.5b	Substituição dos aspersores a AC por solução eléctrica.	
MT2	<u>Sistemas accionados por motores eléctricos</u> - Sistemas de bombagem	MT2	Medida não especificada.		
		MT2.1	Sistemas de bombagem - Instalação de um VEV.		
		MT2.2	Sistemas de bombagem de água industrial	MT2.2a	Reformulação do sistema
				MT2.2b	Bombagem de água industrial - instalação de subestação.
		MT2.3	Substituição do motor da bomba de vácuo de eficiência <i>standard</i> para motor de alto rendimento.		
MT3	<u>Sistemas accionados por motores eléctricos</u> - Sistemas de ventilação	MT3	Medida não especificada.		
		MT3.1	Variadores Electrónicos de Velocidade	MT3.1a	Sistemas de ventilação - Instalação de um VEV
				MT3.1b	Sistemas de ventilação - Instalação de VEV 30 kW
				MT3.1c	Sistemas de ventilação - Instalação de VEV 37 kW
				MT3.1d	Controlo dos VEV dos ventiladores de arrefecimento, via temperatura.
		MT3.2	Melhoria da eficiência do sistema de ventilação		
		MT3.3	Controlo do caudal de exaustão.		
MT3.4	Aumento do ar novo em zonas/secções da instalação industrial.				
MT4	<u>Sistemas accionados por motores eléctricos</u> - Sistemas de compressão	MT4	Medida não especificada.		
		MT4.1	Produção de ar comprimido (AC): substituição	MT4.1a	Substituição do compressor de ar comprimido.
				MT4.1b	Substituição compressor de serviço por novo c/ VSD e rededução da pressão de produção.
				MT4.1c	Instalação de 2 novos compressores de menor dimensão, para substituição dos actuais.
		MT4.2	Produção de ar comprimido (AC): aplicação de VEV	MT4.2a	Substituição do compressor, por um com VEV.
				MT4.2b	Aquisição de um compressor com VEV.
		MT4.3	Optimização da produção de AC	MT4.3a	Optimização produção de AC.
				MT4.3b	Optimização das condições de funcionamento dos disparos de AC.
				MT4.3c	Redução da pressão do AC.
				MT4.3d	Redução da temperatura de admissão do ar para compressão.

				MT4.3e	Introdução de ar exterior direccionado alimentação dos compressores.
				MT4.3f	Exaustão para o exterior do ar de arrefecimento do compressor.
				MT4.4	MT4.4a Instalação de uma purga automática nos reservatórios.
					MT4.4b Instalação de controlo automático de regulação de ar comprimido.
					MT4.4c Alteração do processo (pneumático) de acondicionamento automático do produto em caixas.
			MT4.5	MT4.5a	Redução/reparação das fugas no ar comprimido.
				MT4.5b	Plano de detecção de fugas de ar comprimido
			MT4.6	MT4.6a	Implementar rotinas adequadas na manutenção do ar comprimido.
				MT4.6b	Desligar equipamentos de ar condicionado no período nocturno.
MT5	Produção de calor e frio - Cogeração	MT5	<i>Medida não especificada.</i>		
		MT5.1	Cogeração com motor a gás natural (GN)		
MT6	Produção de calor e frio - Sistemas de combustão	MT6.1	Caldeiras: aquisição de novos dispositivos	MT6.1a	Instalação de uma nova caldeira.
				MT6.1b	Substituição da caldeira a vapor por nova a GN.
				MT6.1c	Substituição de duas caldeiras por uma de maior eficiência
		MT6.2	Caldeiras: melhoria dos dispositivos	MT6.2a	Afinação das caldeiras de GN
				MT6.2b	Afinação das caldeiras de água quente.
				MT6.2c	Afinação do queimador caldeira de termofluido.
				MT6.2d	Redução do nível do excesso de ar nos gases da caldeira.
				MT6.2e	Redução excesso ar nos gases da caldeira e afinação controlo da caldeira.
				MT6.2f	Controlo de combustão na caldeira
				MT6.2g	Diminuição da taxa de purgas das caldeiras.
				MT6.2h	Afinação do queimador caldeira de água quente.
				MT6.2i	Limitar o set-point de aquecimento da caldeira.
		MT6.3	Fornos	MT6.3a	Substituição fornos eléctricos por fornos a gás natural.
		MT6.4	Secadores	MT6.4a	Substituição de equipamento de secagem.
				MT6.4b	Aquisição de um secador rotativo.
				MT6.4c	Redução da temperatura de trabalho do túnel de secagem.
				MT6.4d	Instalação de queimadores de chama modulada nos túneis de secagem e polimerização.
		MT6.5	Outras medidas identificadas	MT6.5a	Afinação do gerador.
				MT6.5b	Desligar as resistências do depósito de combustível e baixar a temperatura de queima de combustível.
				MT6.5c	Funcionamento preferencial do gerador a vapor de maior eficiência.
				MT6.5d	Controlo do excesso de ar nos queimadores.
				MT6.5e	Redução dos níveis de CO (monóxido de carbono).

				MT6.5f	Limpeza de supeficies de trocas de calor.
				MT6.5g	Redução dos consumos de energia térmica.
MT7	<u>Produção de calor e frio - Recuperação de calor</u>	MT6.6	Substituição do combustível	MT6.6a	Substituição do combustível: GPL para gás natural.
				MT6.6b	Conversão do combustível da instalação: fuelóleo para gás natural.
				MT6.6c	Alimentação do gerador de vapor a termofluido: de fuel-óleo para fuelóleo refinado.
				MT7.1a	Recuperação de calor na chaminé da caldeira.
		MT7.1	Recuperação de calor: caldeiras	MT7.1b	Recuperação de calor dos gases de exaustão da caldeira.
				MT7.1c	Instalação de um economizador de gases nas caldeiras.
				MT7.2a	Aproveitamento da energia térmica de um compressor.
		MT7.2	Recuperação de calor: compressores	MT7.2b	Aproveitamento da energia térmica da central de ar comprimido
				MT7.2c	Substituição (parcial) do aquecimento eléctrico água (desmineralizada) via recuperação calor dos compressores.
		MT7.3	Recuperação de calor: fornos	MT7.3a	Recuperação de radiação-convecção em fornos.
		MT7.4	Recuperação de calor: geral	MT7.4a	Recuperação de calor exaustão (secadeiras).
				MT7.4b	Recuperação de calor exaustão (ramulas).
				MT7.4c	Recuperação dos condensados do ar condicionado.
				MT7.4d	Recuperação de calor - recuperação do vapor flash.
				MT7.4e	Recuperação do ar quente dos balneários e oficinas
				MT7.4f	Aproveitamento calor dos Jetts.
		MT7.5	Recuperação de calor: fins específicos	MT7.5a	Utilização de queima directa (gás natural) p/ aquecimento ar de reactivação.
				MT7.5b	Aproveitamento do ar quente dos torcedores para single-end.
				MT7.5c	Recuperação de calor para aquecimento da LACA.
		MT7.6	Recuperação de calor: aquisição de dispositivos	MT7.6a	Instalação de um sistema integrado de recuperação de calor da chaminé.
				MT7.6b	Implementação de uma manga nas fornalhas para pré-aquecimento do ar de combustão.
				MT7.6c	Incremento da capacidade do depósito de águas quentes.
				MT7.6d	Sistema de recuperação de energia do vapor p/ água de reposição.
		MT7.7	Outras medidas identificadas	MT7.7a	Reaproveitamento do calor para aquecimento do ar.
				MT7.7b	Reaproveitamento de calor dos efluentes resultantes da linha de sangue para aquecimento de água.
				MT7.7c	Pré-aquecimento do ar primário da estufa.
				MT7.7d	Pré-aquecimento com ar de exaustão de máquinas <i>blow molding</i> .
				MT7.7e	Limitação perdas evaporativas nas máquinas de lavar eléctricas.
				MT7.7f	Reestruturação/optimização do sistema de recuperação de calor dos condensados provenientes dos autoclaves.
MT8	<u>Produção de</u>	MT8	<i>Medida não especificada.</i>		

MT9	calor e frio - Frio industrial	MT8.1	Sistema de frio	MT8.1a	Optimização do sistema (<i>geral</i>).
				MT8.1b	Optimização do sistema: temperatura do ar de infiltração na zona de frio.
		MT8.2	Chillers	MT8.2a	Substituição do chiller.
				MT8.2b	Aumento da temperatura do set point do circuito fechado dos chillers.
				MT8.2c	Aumento da eficiência chiller actual (via arrefecimento evaporativo) e VSDs nos ventiladores air coolers.
				MT8.2d	Pré-arrefecimento frigorigénio chiller c/ água torre e colocação VSD air coolers.
	Iluminação	MT9	<i>Medida não especificada.</i>		
		MT9.1	Iluminação natural	MT9.1a	Iluminação natural.
				MT9.1b	Utilização de película reflectora nos envidraçados.
		MT9.2	Iluminação exterior e interior: medidas gerais	MT9.2a	Optimização da eficiência da iluminação artificial.
				MT9.2b	Optimização da eficiência da iluminação exterior.
				MT9.2c	Alteração do sistema de iluminação interior e exterior.
		MT9.3	Iluminação exterior e interior: aquisição de dispositivos	MT9.3a	Instalação de sensores de presença
				MT9.3b	Instalação de sensores de fim de curso nas portas das câmaras frigoríficas.
				MT9.3c	Controlo automático de iluminação numa unidade fabril.
				MT9.3d	Substituição de sistemas de iluminação e introdução de controlo automático.
		MT9.4	Substituição de lâmpadas.	MT9.4a	Substituição de lâmpadas de descarga por fluorescente T5.
				MT9.4b	Substituição de lâmpadas de descarga por fluorescente T5, com <i>dimming</i> .
				MT9.4c	Substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas T5.
				MT9.4d	Substituição da iluminação fluorescente (T8) por T5.
				MT9.4e	Substituição da iluminação fluorescente (T8) por T5, com aplicação de balastro electrónico.
				MT9.4f	Substituição iluminação actual para LED.
				MT9.4g	Substituição de lâmpadas fluorescentes tubulares por tubos de LED.
				MT9.4h	Substituição de lamp.descarga por lamp.iódotos metálicos.
		MT9.5	Substituição de balastros	MT9.5a	Substituição de balastros.
				MT9.5b	Substituição de balastros ferromagnético por electrónicos.
				MT9.5c	Substituição de balastros ferromagnético por electrónicos + instalação de sensores de presença.
				MT9.5d	Balastros electrónicos, complementar à iluminação natural.
		MT9.6	Substituição de campânulas	MT9.6a	Substituição de campânulas
				MT9.6b	Substituição das campânulas de iódotos metálicas por campânulas de micro-LEDs.
				MT9.6c	Substituição das campânulas de vapor de mercúrio de alta pressão, por campânulas de iódotos metálicos.

		MT9.7	Outras substituições	MT9.6d	Substituição das campânulas de vapor de mercúrio e balastros de iodetos metálicos, por balastros de alto rendimento.
				MT9.6e	Substituição das campânulas de Vapor de Mercúrio de Alta Pressão por campânulas de Iodetos Metálicos, com incorporação de reguladores de fluxo.
				MT9.7a	Aplicação de balastros electrónicos, luminárias e lâmpadas TLD ECO 51W na iluminação fluorescente.
		MT9.8	Outras aplicações	MT9.7b	Substituição de luminárias com balastro F.M. por B.eE. E reflector de elevada eficiência.
				MT9.7c	Substituição de luminárias tipo estanque com balastro ferromagnético e lâmpadas fluorescentes tubulares TL-D, por lâmpadas fluorescentes tubulares T5 + balastros.
				MT9.8a	Instalação de Reguladores de fluxo nas lâmpadas de descarga.
				MT9.8b	Instalação de interruptores crepusculares nas lâmpadas de descarga.
				MT9.8c	Implementação de fluorecetes nos sistemas de iluminação.
		MT10	<u>Eficiência do processo industrial/outros</u> - Monitorização e controlo	MT10	Medida não especificada.
MT10.1	Sistemas de Gestão Energética (SGE) e/ou Ambiental (SGA)			MT10.1a	Implementação de um SGE - Sistema de Gestão de Energia.
				MT10.1b	Upgrade sistema de gestão de consumos de energia.
				MT10.1c	Upgrade sistema de gestão de consumos de energia eléctrica.
				MT10.1d	Sistema Gestão Ambiental: Contabilidade energética.
MT10.2	Outros sistemas de monitorização			MT10.2a	Sistema de monitorização e gestão dos chillers.
				MT10.2b	Sistema de monitorização e gestão dos consumos dos compressores.
MT10.3	Sistemas de controlo de consumos.			MT10.3a	Instalação de equipamento de regulação no quadro geral para reduzir consumos/abastecimento eléctrico.
				MT10.3b	Instalação de sistema de controlo O ₂ (%) nos gases de escape para a caldeira.
				MT10.3c	Programa de detecção periódica e sistemática de fugas de ar comprimido.
				MT10.3d	Controlo dos fornos por telegestão
				MT10.3e	Água quente: controlo da temperatura do depósito.
MT10.4	Medidas de controlo de consumos: equipamentos			MT10.4a	Optimização do funcionamento de um equipamento (e.g. filtros).
				MT10.4b	Minimização dos consumos de um equipamento (e.g. máquina de lavar).
				MT10.4c	Diminuição da temperatura da água de equipamento (e.g. máquina de lavar).
				MT10.4d	Limitação perdas evaporativas.
MT11	<u>Eficiência do processo industrial/outros</u> - Tratamento de efluentes	MT11.1	Utilização água quente e recuperação efluentes quentes - Tumblers.		
		MT11.2	Instalação de VEV nas bombas recirculação - Tanque Biológico (ETAR)		

MT12	<u>Eficiência do processo industrial/outros</u> - Integração de processos	MT12.1	Produção local de O2 para suprir parcialmente demanda actual.		
MT13	<u>Eficiência do processo industrial/outros</u> - Manutenção de equipamentos	MT13	<i>Medida não especificada.</i>		
		MT13.1	Sistemas de manutenção	MT13.1a	Implementação de um processo/sistema de gestão de manutenção.
		MT13.2	Medidas aplicadas a equipamentos	MT13.2a	Manutenção dos purgadores de linha.
				MT13.2b	Manutenção e optimização do sistema de ar comprimido.
MT14	<u>Eficiência do processo industrial/outros</u> - Isolamentos térmicos	MT14	<i>Medida não especificada.</i>		
		MT14.1	Isolamentos (geral)	MT14.1a	Isolamento de tubagens.
				MT14.1b	Isolamentos de válvulas.
				MT14.1c	Instalação de mangas de isolamento.
				MT14.1d	Isolamento de mangueiras de vapor das prensas.
				MT14.1e	Isolamento dos fornos.
				MT14.1f	Isolamento térmico da estufa dos moldes.
				MT14.1g	Isolamento térmico das máquinas roller.
		MT14.2	Rede de distribuição de vapor/água	MT14.2a	Rede de distribuição de vapor: Isolamento do gerador.
				MT14.2b	Rede de distribuição de vapor: Isolamento de rede.
				MT14.2c	Rede de distribuição de vapor: Isolamento térmico de equipamento e acessórios.
				MT14.2d	Rede de distribuição de vapor: controlo de purgas.
				MT14.2e	Água quente: isolamento térmico.
				MT14.2f	Reparação e isolamento de condutas e válvulas do circuito de vapor, condensados e água quente.
		MT14.3	Isolamento de secções da instalação.	MT14.3a	Isolamento de armazém refrigerado
MT15	<u>Eficiência do processo industrial/outros</u> - Transportes	MT15	<i>Medida não especificada.</i>		
		MT15.1	Ecocondução: Sensibilização/formação de motoristas		
		MT15.2	Implementação de um sistema de gestão de frotas		
MT16	<u>Eficiência do processo industrial/outros</u> - Formação e	MT16	<i>Medida não especificada.</i>		
		MT16.1	Formações aos funcionários	MT16.1a	Sistema Gestão Ambiental: Formação e sensibilização de funcionários.
				MT16.1b	Sistema de gestão dos consumos intensivos de energia: Formação/sensibilização de

	sensibilização de recursos humanos				funcionários.
		MT16.2	Outros	MT16.2a	Processo/redução de stand by.
MT17	<u>Eficiência do processo industrial/outros</u> - Redução da energia reactiva	MT17	<i>Medida não especificada.</i>		
		MT17.1	Instalação de bancos de condensadores adicionais.		
		MT17.2	Deslastre parcial carga em horas de ponta.		
		MT17.3	Substituição de motores	MT17.3a	Substituição de motor standard (MS) por motor de alto rendimento (MAR).
				MT17.3b	Substituição de motor standard (MS) por motor de alto rendimento (MAR), com VEV.
				MT17.3c	Substituição de motor <i>standard</i> (MS) por motor de alto rendimento (MAR), com variador de frequência.
				MT17.3d	Substituição de motores de classe de eficiência IE2 por IE3.
MT18	<u>Eficiência do processo industrial/outros</u> - outras medidas	MT18.1	Melhoria geral do processo produtivo	MT18.1a	Substituição de equipamentos produtivos (e.g. prensas).
				MT18.1b	Melhoria da eficiência energética de sistemas de prensagem.
				MT18.1c	Eficiência energética na alimentação de tremonhas.
				MT18.1d	Optimização de custos de alimentação das tremonhas.
				MT18.1e	Gestão e optimização do carregamento de camiões.
				MT18.1f	Gestão e organização do processo de carga a granel.
				MT18.1g	Gestão e optimização da máquina TAIM.
		MT18.2	Alteração de comportamentos específicos	MT18.2a	Redução do consumo no período nocturno e fins-de-semana nas áreas administrativas (gabinetes).
				MT18.2b	Desligar equipamentos nos períodos de paragem para refeições (e.g. bombas hidráulicas das máquinas de injeção).
				MT18.2c	Concentrar em dois turnos o período de funcionamento de um sector.
MT19	Produção de energia local	MT19	<i>Medida não especificada.</i>		
		MT19.1	Solar térmico	MT19.1a	Instalação de colectores solares térmicos.
		MT19.2	Solar fotovoltaico	MT19.2a	Instalação de painéis solares fotovoltaicos.
				MT19.2b	Produção energia eléctrica ao abrigo do DL 34/2011 - Energia Fotovoltáica.
MT20	Outras medidas	MT20.1	Desactivar linha de fabrico obsoleta.		
		MT20.2	Aquisição de um novo compressor, instalação de um VEV no ventiladores e de bombas e motores mais eficientes.		
		MT20.3	Instalação de esquentadores industriais de condensação, incorporação de sistema solar térmico e conversão par gás natural em AQS balneários.		

Quadro II.2 - Lista de medidas sectoriais (MS) identificadas na análise do conjunto de respostas da amostra.

MS1	Sector da alimentação e bebidas	MS1.1	Optimização da esterilização	MS1.1a	Instalação de VEV, para controlo dos ventiladores de râmola.
				MS1.1b	Substituição de suportes de loiça.
				MS1.1c	Implementação de tubos solares.
		MS1.2	Processos de separação com membranas.		
	MS1.3	Mudança de moinhos horizontais para verticais.			
	CAE:	MS1.4	Destilação sob vácuo.		
MS2	Sector da cerâmica	MS2.1	Optimização de fornos	MS2.1a	Optimização de fornos - Recuperação do ar quente do arrefecimento do forno.
				MS2.1b	Regulação dos queimadores dos fornos.
				MS2.1c	Controlo de pressão do forno fornocerâmica.
				MS2.1d	Redução dos consumos de energia térmica no pré-aquecimento do ar de combustão dos queimadores do forno.
		MS2.2	Melhoria dos secadores.		
		MS2.3	Extrusão de secadores.		
		MS2.4	Estrusão dura.		
		MS2.5	Optimização de produção de pó para prensagem.		
	CAE:	MS2.6	Utilização de combustíveis alternativos.		
	23200 - 23400.	MS2.7	Outras	MS2.7a	Redução do CE na cozedura pela diminuição da espessura do formato 30X60.
MS3	Sector da Indústria Cimenteira	MS3.1	Optimização de fornos		
	CAE:	MS3.2	Optimização de moagens.		
	23500-23900	MS3.3	Utilização de combustíveis alternativos.		
MS4	Sector da Madeira e Artigos de Madeira	MS4.1	Transportes mecânicos em vez de pneumáticos.		
	CAE:	MS4.2	Aproveitamento de sub-produtos de biomassa.		
	16000	MS4.3	Optimização de fornos de secagem contínua.		
MS5	Sector da da Metaloelectro-mecânica	MS5.1	Combustão submersa para aquecimento de banhos.		
	CAE:				

	26000-30000; 33000.	MS5.2	Reutilização de desperdícios.	
MS6	Sector da Metalurgia e Fundição	MS6.1	Melhoria na qualidade dos ânodos e cátodos.	
		MS6.2	Sector da Fusão.	
		MS6.3	Número de fundidos por cavidade.	
		MS6.4	Rendimento do metal vazado.	
		MS6.5	Diminuição da taxa de refugo.	
		MS6.6	Despoeiramento.	
		MS6.7	Aumento da cadência do ciclo.	
		MS6.8	Redução de sobreessespuras.	
	CAE:	MS6.9	Outras medidas identificadas	MS6.9a Optimização dos fornos de forjamento do sector de laminagem.
	24200-24500; 25000			MS6.9b Desactivação de misturadores de selas.
MS7	Sector da pasta e papel	MS7.1	Gaseificação/Queimas de licor negro e outros resíduos.	MS7.1a Isolamento do desgaseificador.
	CAE:			
	17000	MS7.2	Optimização de operações de secagem.	MS7.2a Pré-aquecimento do ar das estufa.
MS8	Sector dos químicos, plásticos e borracha	MS8.1	Novas operações de separação (p. ex. membranas).	
		MS8.2	Utilização de novos catalisadores.	
		MS8.3	Optimização das destilações.	
	CAE: 19000-22200	MS8.4	Outras medidas identificadas	MS8.4a Desactivação de uma ala de fabrico de mosto.
				MS8.4b Melhoria dos sistemas de accionamento.
				MS8.4c Utilização de correias de alta eficiência.
MS9	Sector da siderurgia	MS9.1	Melhoria dos fornos eléctricos.	
	CAE:	MS9.2	Processos de "smelting reduction".	
	24100	MS9.3	Fundição e conformação simultâneas.	
MS10	Sector têxtil	MS10.1	Optimização de banhos.	
		MS10.2	Pré-secagem mecânica/infravermelha (IV)	MS10.2a Aumento de eficácia do sistema pré-secagem (Râmula da máquina tingimento)
				MS10.2b Optimização do funcionamento da Estufa de aquecimento.
	CAE:	MS10.3	Aquecimento de águas por painéis solares.	
	13000	MS10.4	Optimização dos processos de produção têxtil.	
MS11	Sector do vestuário, calçado e	MS11.1	Melhorias em limpezas/banhos.	

	curtumes				
	CAE:	MS11.2	Tecnologias de corte e união de peças.		
	14000; 15000	MS11.3	Aquecimento de águas por colectores solares.		
MS12	Sector do vidro	MS12.1	Optimização de fornos	MS12.1a	Substituição (parcial) do aquecimento eléctrico por aquecimento a termofluido.
	CAE:	MS12.2	Utilização de vidro usado (reciclagem).		
	23100				

ANEXO III

O inquérito pode também ser consultado em :

<https://docs.google.com/a/campus.fct.unl.pt/spreadsheet/viewform?formkey=dGE5TnB4cjlFalVLeVNaaE5zMEZiWnc6MQ#gid=0>

Apresentação do inquérito

Inquérito à Eficiência Energética das Indústrias Transformadoras

Objectivos do inquérito: Identificar medidas de poupança energética que não são executadas devido a investimentos ou períodos de retorno elevados; e estudar mecanismos de incentivo (p.e. benefícios fiscais) que tornem essas medidas viáveis.

Este trabalho servirá de suporte a uma tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia na Universidade Nova de Lisboa.

Confidencialidade dos dados: Os resultados deste inquérito são tratados sob estrita reserva de confidencialidade, nunca sendo divulgados os dados originais. No trabalho publicado apenas serão apresentados resultados estatísticos.

Em caso de dúvida, por favor contactar: Ana Brazão, a.brazao@campus.fct.unl.pt

* Obrigatório

Caracterização da Instalação

Sector de actividade da instalação (CAE rev. 3) *

Número de colaboradores da instalação.

Localização da instalação (Distrito/Região) *

☒

Distrito de Aveiro

☐

Distrito de Beja

☐

Distrito de Braga

☐

Distrito de Bragança

☐

Distrito de Castelo Branco

☐

Distrito de Coimbra

☐

Distrito de Évora

☐

Distrito de Faro

☐

Distrito da Guarda

☐

Distrito de Leiria

☐

Distrito de Lisboa

☐

Distrito de Portalegre

☐

Distrito do Porto

☐

Distrito de Santarém

☐

Distrito de Setúbal

☐

Distrito de Viana do Castelo

☐

Distrito de Vila Real

☐

Distrito de Viseu

- Região Autónoma dos Açores
- Região Autónoma da Madeira

Continue »

Realização de Auditorias Energéticas

A indústria realiza auditorias energéticas à(s) sua(s) instalação(s)? *

Auditorias Energéticas

- ☒ Sim, regularmente.
- ☐ Fez no passado, mas não pretende repetir no futuro próximo.
- ☐ Nunca fez, mas pretende vir a realizar até final de 2012.
- ☐ Nunca fez, nem pretende vir a fazer.

Continue »

Indique a periodicidade da realização de auditorias energéticas. *

Indique a resposta em anos.

Continue »

Indique o ano da realização da última auditoria energética. *

Indique a resposta em anos.

Continue »

Registo de consumos energéticos

Quais as fontes energéticas utilizadas na indústria? *

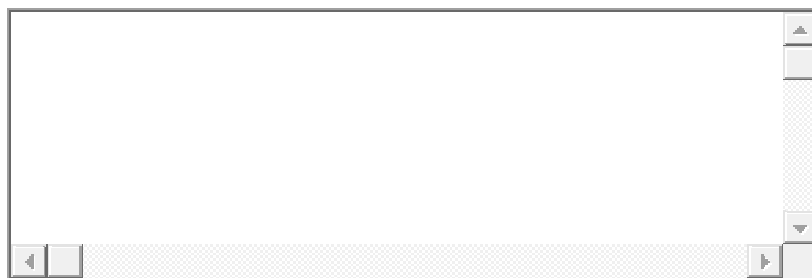
Identifique todas as fontes energéticas utilizadas na instalação industrial no ano de 2011.

- ☐ Electricidade
- ☐ Gasóleo
- ☐ Gasolina
- ☐ GPL
- ☐ Fuelóleo
- ☐ Carvão
- ☐ Outro:

Indique o ano, quantidades e unidades dos consumos energéticos. *

Indique as quantidades e unidades dos consumos energéticos enunciados na questão anterior.

Ex: Ano: 2011; Electricidade - 110 000 (kWh); Gasóleo - 4 000 (L)



Continue »

Custos associados ao consumo energético

Qual a representatividade da parcela de custos energéticos nas despesas da instalação? *

- ☐ Muito elevada (> 50 %)
- ☐ Elevada (entre 30 e 50 %)
- ☐ Média (entre 20 e 30 %)
- ☐ Reduzida (entre 10 e 20 %)
- ☐ Muito reduzida (< 10 %)

Continue »

Planos de Racionalização de Consumos Energéticos (PREn)

A indústria realiza algum tipo de Plano de Racionalização de Consumos Energéticos (PREn)? *

- ☐ Sim, regularmente.
- ☐ Fez no passado, mas não pretende repetir no futuro próximo.
- ☐ Nunca fez, mas pretende vir a realizar até final de 2012.
- ☐ Nunca fez, nem pretende vir a fazer

Continue »

Indique a periodicidade da realização dos PREn. *

Indique a resposta em anos.

Continue »

Indique o ano da realização do último PREn *

Indique a resposta em anos.

Continue »

Indique, sucintamente, as razões pelas quais são, nunca foram ou já deixaram de ser realizados os PREn.

Continue »

Identificação de medidas de melhoria de eficiência energética

A escolha das medidas de melhoria de eficiência energética a adoptar pela instalação, é feita de acordo com que critérios? *

Classifique os seis critérios enunciados consoante o grau de importância no processo de decisão.

	1º Critério	2º Critério	3º Critério	4º Critério	5º ou 6º Critério
Período de retorno do investimento (anos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução da factura energética (€/ano)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Investimento inicial (€)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhoria do sistema de produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução das emissões de poluentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhoria da imagem do desempenho ambiental da indústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Continue »

Implementação de medidas de melhoria de eficiência energética

Tipicamente, são adoptadas medidas com períodos de retorno de investimento inferior a quantos anos? *

Completar com a resposta em anos. Por exemplo: 3 anos.

Quais das medidas identificadas não foram adoptadas? *

Esta resposta não tem um número máximo de opções possível. Escolha as opções da lista que se segue (Fonte: SGCIE).

- ☐ 1 - Sistemas accionados por motores eléctricos - Optimização de motores
- ☐ 2 - Sistemas accionados por motores eléctricos - Sistemas de bombagem
- ☐ 3 - Sistemas accionados por motores eléctricos - Sistemas de ventilação
- ☐ 4 - Sistemas accionados por motores eléctricos - Sistemas de compressão
- ☐ 5 - Produção de calor e frio - Cogeração
- ☐ 6 - Produção de calor e frio - Sistemas de combustão
- ☐ 7 - Produção de calor e frio - Recuperação de calor
- ☐ 8 - Produção de calor e frio - Frio industrial
- ☐ 9 - Iluminação
- ☐ 10 - Eficiência do processo industrial/outros - Monitorização e controlo
- ☐ 11 - Eficiência do processo industrial/outros - Tratamento de efluentes
- ☐ 12 - Eficiência do processo industrial/outros - Integração de processos
- ☐ 13 - Eficiência do processo industrial/outros - Manutenção de equipamentos
- ☐ 14 - Eficiência do processo industrial/outros - Isolamentos térmicos
- ☐ 15 - Eficiência do processo industrial/outros - Transportes
- ☐ 16 - Eficiência do processo industrial/outros - Formação e sensibilização de recursos humanos
- ☐ 17 - Eficiência do processo industrial/outros - Redução da energia reactiva
- ☐ 18 - Sector da Alimentação e Bebidas - Optimização da esterilização
- ☐ 19 - Sector da Alimentação e Bebidas - Processos de separação com membranas
- ☐ 20 - Sector da Alimentação e Bebidas - Mudança de moinhos horizontais para verticais
- ☐ 21 - Sector da Alimentação e Bebidas - Destilação sob vácuo
- ☐ 22 - Sector da Cerâmica - Optimização de fornos
- ☐ 23 - Sector da Cerâmica - Melhoria dos secadores
- ☐ 24 - Sector da Cerâmica - Extrusão de secadores
- ☐ 25 - Sector da Cerâmica - Estrusão dura

- ☐ 26 - Sector da Cerâmica - Optimização de produção de pó para prensagem
- ☐ 27 - Sector da Cerâmica - Utilização de combustíveis alternativos
- ☐ 28 - Sector da Indústria Cimenteira - Optimização de fornos
- ☐ 29 - Sector da Indústria Cimenteira - Optimização de moagens
- ☐ 30 - Sector da Indústria Cimenteira - Utilização de combustíveis alternativos
- ☐ 31 - Sector da Madeira e Artigos de Madeira - Transportes mecânicos em vez de pneumáticos.
- ☐ 32 - Sector da Madeira e Artigos de Madeira - Aproveitamento de sub-produtos de biomassa
- ☐ 33 - Sector da Madeira e Artigos de Madeira - Optimização de fornos de secagem contínua
- ☐ 34 - Sector da Metal-electro-mecânica - Combustão submersa para aquecimento de banhos.
- ☐ 35 - Sector da Metal-electro-mecânica - Reutilização de desperdícios.
- ☐ 36 - Sector da Metalurgia e Fundição - Melhoria na qualidade dos ânodos e cátodos.
- ☐ 37 - Sector da Metalurgia e Fundição - Sector da Fusão.
- ☐ 38 - Sector da Metalurgia e Fundição - Número de fundidos por cavidade.
- ☐ 39 - Sector da Metalurgia e Fundição - Rendimento do metal vazado.
- ☐ 40 - Sector da Metalurgia e Fundição - Diminuição da taxa de refugo.
- ☐ 41 - Sector da Metalurgia e Fundição - Despoeiramento.
- ☐ 42 - Sector da Metalurgia e Fundição - Aumento da cadência do ciclo.
- ☐ 43 - Sector da Metalurgia e Fundição - Redução de sobreespessuras.
- ☐ 44 - Sector da Pasta e Papel - Gaseificação/Queimas de licor negro e outros resíduos.
- ☐ 45 - Sector da Pasta e Papel - Optimização de operações de secagem
- ☐ 46 - Sector dos Químicos, Plásticos e Borracha - Novas operações de separação (p. ex. membranas).
- ☐ 47 - Sector dos Químicos, Plásticos e Borracha - Utilização de novos catalisadores.
- ☐ 48 - Sector dos Químicos, Plásticos e Borracha - Optimização das destilações.
- ☐ 49 - Sector da Siderurgia - Melhoria dos fornos eléctricos.
- ☐ 50 - Sector da Siderurgia - Processos de "smelting reduction"
- ☐ 51 - Sector da Siderurgia - Fundição e conformação simultâneas.
- ☐ 52 - Sector Têxtil - Optimização de banhos.
- ☐ 53 - Sector Têxtil - Pré-secagem mecânica/infravermelha (IV)
- ☐ 54 - Sector Têxtil - Aquecimento de águas por painéis solares.
- ☐ 55 - Sector Têxtil - Optimização dos processos de produção têxtil.
- ☐ 56 - Sector do Vestuário, Calçado e Curtumes - Melhorias em limpezas/banhos.
- ☐ 57 - Sector do Vestuário, Calçado e Curtumes - Tecnologias de corte e união de peças.
- ☐ 58 - Sector do Vestuário, Calçado e Curtumes - Aquecimento de águas por colectores solares.
- ☐ 59 - Sector do Vidro - Optimização de fornos.

- ☐ 60 - Sector do Vidro - Utilização de vidro usado (reciclagem),
- ☐ Outra:

Com as medidas de eficiência energética já realizadas, qual a percentagem de poupança de energia em relação ao consumo anterior? *

Completar com o valor da poupança em percentagem (Energia poupada/Consumo energético inicial). Por exemplo: 10 %

Qual o período de implementação das medidas adoptadas? *

Completar com o número de anos de implementação das medidas adoptadas. Por exemplo: 4 anos.

Continue »

Foram identificadas medidas que permitiriam uma melhoria do desempenho energético, mas que não foram adoptadas? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Continue »

Quais das medidas identificadas não foram adoptadas? *

Esta resposta não tem um número máximo de opções possível. Escolha as opções da lista que se segue (Fonte: SGCIE).

- ☐ 1 - Sistemas accionados por motores eléctricos - Optimização de motores
- ☐ 2 - Sistemas accionados por motores eléctricos - Sistemas de bombagem
- ☐ 3 - Sistemas accionados por motores eléctricos - Sistemas de ventilação
- ☐ 4 - Sistemas accionados por motores eléctricos - Sistemas de compressão
- ☐ 5 - Produção de calor e frio - Cogeração
- ☐ 6 - Produção de calor e frio - Sistemas de combustão
- ☐ 7 - Produção de calor e frio - Recuperação de calor
- ☐ 8 - Produção de calor e frio - Frio industrial
- ☐ 9 - Iluminação
- ☐ 10 - Eficiência do processo industrial/outros - Monitorização e controlo
- ☐ 11 - Eficiência do processo industrial/outros - Tratamento de efluentes
- ☐ 12 - Eficiência do processo industrial/outros - Integração de processos

- ☐ 13 - Eficiência do processo industrial/outros - Manutenção de equipamentos
- ☐ 14 - Eficiência do processo industrial/outros - Isolamentos térmicos
- ☐ 15 - Eficiência do processo industrial/outros - Transportes
- ☐ 16 - Eficiência do processo industrial/outros - Formação e sensibilização de recursos humanos
- ☐ 17 - Eficiência do processo industrial/outros - Redução da energia reactiva
- ☐ 18 - Sector da Alimentação e Bebidas - Optimização da esterilização
- ☐ 19 - Sector da Alimentação e Bebidas - Processos de separação com membranas
- ☐ 20 - Sector da Alimentação e Bebidas - Mudança de moinhos horizontais para verticais
- ☐ 21 - Sector da Alimentação e Bebidas - Destilação sob vácuo
- ☐ 22 - Sector da Cerâmica - Optimização de fornos
- ☐ 23 - Sector da Cerâmica - Melhoria dos secadores
- ☐ 24 - Sector da Cerâmica - Extrusão de secadores
- ☐ 25 - Sector da Cerâmica - Estrusão dura
- ☐ 26 - Sector da Cerâmica - Optimização de produção de pó para prensagem
- ☐ 27 - Sector da Cerâmica - Utilização de combustíveis alternativos
- ☐ 28 - Sector da Indústria Cimenteira - Optimização de fornos
- ☐ 29 - Sector da Indústria Cimenteira - Optimização de moagens
- ☐ 30 - Sector da Indústria Cimenteira - Utilização de combustíveis alternativos
- ☐ 31 - Sector da Madeira e Artigos de Madeira - Transportes mecânicos em vez de pneumáticos.
- ☐ 32 - Sector da Madeira e Artigos de Madeira - Aproveitamento de sub-produtos de biomassa
- ☐ 33 - Sector da Madeira e Artigos de Madeira - Optimização de fornos de secagem contínua
- ☐ 34 - Sector da Metal-electro-mecânica - Combustão submersa para aquecimento de banhos.
- ☐ 35 - Sector da Metal-electro-mecânica - Reutilização de desperdícios.
- ☐ 36 - Sector da Metalurgia e Fundição - Melhoria na qualidade dos ânodos e cátodos.
- ☐ 37 - Sector da Metalurgia e Fundição - Sector da Fusão.
- ☐ 38 - Sector da Metalurgia e Fundição - Número de fundidos por cavidade.
- ☐ 39 - Sector da Metalurgia e Fundição - Rendimento do metal vazado.
- ☐ 40 - Sector da Metalurgia e Fundição - Diminuição da taxa de refugo.
- ☐ 41 - Sector da Metalurgia e Fundição - Despoeiramento.
- ☐ 42 - Sector da Metalurgia e Fundição - Aumento da cadência do ciclo.
- ☐ 43 - Sector da Metalurgia e Fundição - Redução de sobreespessuras.
- ☐ 44 - Sector da Pasta e Papel - Gaseificação/Queimas de licor negro e outros resíduos.
- ☐ 45 - Sector da Pasta e Papel - Optimização de operações de secagem
- ☐ 46 - Sector dos Químicos, Plásticos e Borracha - Novas operações de separação (p. ex. membranas).

- ☐ 47 - Sector dos Químicos, Plásticos e Borracha - Utilização de novos catalisadores.
- ☐ 48 - Sector dos Químicos, Plásticos e Borracha - Optimização das destilações.
- ☐ 49 - Sector da Siderurgia - Melhoria dos fornos eléctricos.
- ☐ 50 - Sector da Siderurgia - Processos de "smelting reduction"
- ☐ 51 - Sector da Siderurgia - Fundição e conformação simultâneas.
- ☐ 52 - Sector Têxtil - Optimização de banhos.
- ☐ 53 - Sector Têxtil - Pré-secagem mecânica/infravermelha (IV)
- ☐ 54 - Sector Têxtil - Aquecimento de águas por painéis solares.
- ☐ 55 - Sector Têxtil - Optimização dos processos de produção têxtil.
- ☐ 56 - Sector do Vestuário, Calçado e Curtumes - Melhorias em limpezas/banhos.
- ☐ 57 - Sector do Vestuário, Calçado e Curtumes - Tecnologias de corte e união de peças.
- ☐ 58 - Sector do Vestuário, Calçado e Curtumes - Aquecimento de águas por colectores solares.
- ☐ 59 - Sector do Vidro - Optimização de fornos.
- ☐ 60 - Sector do Vidro - Utilização de vidro usado (reciclagem),
- ☐ Outra:

Quais os motivos da não aplicação das medidas identificadas? *

Para cada uma das opções seleccionadas, indique resumidamente a razão pela qual não foi adoptada. Por exemplo: Medida 11 - Investimento inicial avultado.

Caso as medidas seleccionadas na questão anterior tivessem sido adoptadas, qual seria a percentagem de poupança energética? *

Para cada uma das opções seleccionadas, indique a percentagem (%) de poupança estimada (Energia a poupar/Consumo de energia total). Por exemplo: Medida 11 - 6 %;

Qual era o Período de Retorno do Investimento (PRI) de cada uma das medidas não implementadas? *

Para cada uma das opções seleccionadas, indique o PRI de cada medida não adoptada. Por exemplo: Medida 11 - 5 anos.

Continue »

Obrigado pela sua colaboração!

Os resultados deste inquérito são tratados sob estrita reserva de confidencialidade, nunca sendo divulgados os dados originais. No trabalho publicado apenas serão apresentados resultados estatísticos.

Caso deseje deixar os seus contactos:

Denominação da empresa e/ou instalação fabril:

Responsável inquirido (Nome, contacto telefónico e/ou e-mail):

Nota explicativa

O esquema seguinte explicita o percurso do questionário, de acordo com as respostas dadas:

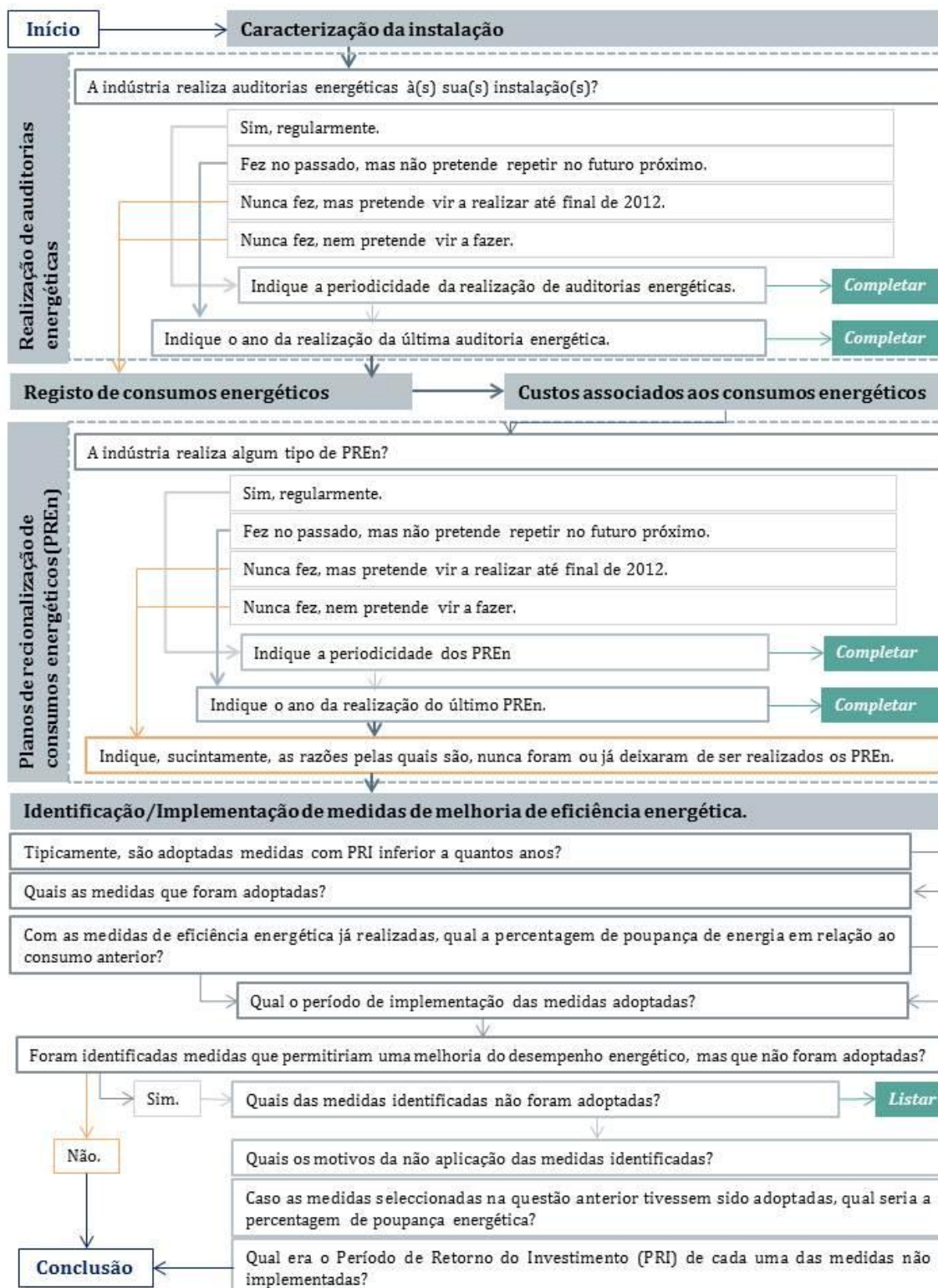


Figura III.1 – Nota explicativa do inquérito.

ANEXO IV

Listagem das instalações industriais contidas na amostra, ordenada segundo a sua CAE – ver. 3 e o código de dois dígitos atribuído.

Quadro IV.1 - Caracterização da amostra, segundo os consumos energéticos (tep).

Indústria (nº)	Consumos Energéticos (tep)																Consumo energético total do sector (tep)
	Energia eléctrica	GN	Gasóleo	Gasolina	GPL	Fuelóleo	Fuelóleo recupera do	Biogás	Biomassa	Outra biomassa primária sólida	Pó de cortiça	Água quente	Vapor	Vapor 11 bar	Vapor 7.5 bar	Consumo energético total (tep)	
1	896,7	549,3	80,5	-	-	-	-	-	-	-	-	158,6	58,5	-	-	1 743,5	20 914,9
2	509,0	-	260,7	-	-	2 674,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 443,9	
3	49,4	-	52,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101,8	
4	901,4	-	-	-	99,3	2 806,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 807,1	
5	765,4	-	19,5	4,6	53,3	-	-	622,8	-	-	-	-	-	8 980,6	736,7	11 183,0	
6	564,0	7,0	64,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	635,6	
7	137,0	702,8	14,3	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	854,9	21 041,8
8	1 931,5	-	27,6	2,7	1,0	1 688,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 651,2	
9	245,9	-	12,9	0,3	-	484,3	85,8	-	-	-	-	-	-	-	-	829,2	
10	249,5	3 817,8	19,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 086,5	
11	275,1	339,3	29,8	-	0,5	946,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 591,4	
12	540,6	950,7	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-	393,3	317,9	-	-	2 212,6	
13	328,9	91,1	35,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	455,0	2 994,7
14	5 591,9	1 769,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7 361,2	
15	0,0	-	363,0	-	390,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	753,4	
16	1 159,8	977,9	2,8	-	100,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 241,3	
17	549,9	844,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 394,1	
18	177,0	-	59,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	236,9	
19	1 663,0	-	26,2	-	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 691,4	10 398,9
20	2 211,1	-	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 213,9	
21	4 208,9	-	12,2	0,6	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 223,5	
22	570,1	-	69,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	639,1	
23	297,2	968,9	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 274,5	13 130,2
24	2 162,5	7 094,0	47,2	-	16,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9 319,8	
25	750,0	1 773,0	12,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 535,9	
26	3 556,2	79,8	51,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 687,5	3 687,5
27	1 233,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 233,7	1 233,7
28	160,0	101,7	14,8	1,2	115,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	393,4	1 311,1

29	34,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,4	
30	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4	
31	252,2	607,0	19,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	878,9	
32	379,4	463,3	40,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	883,5	
33	765,4	-	19,5	4,6	53,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	842,9	2 317,5
34	391,3	112,4	26,7	-	-	60,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	591,1	
35	1 707,6	699,0	-	-	-	-	-	-	-	-	870,7	-	-	-	-	-	3 277,3	6 197,9
36	1 296,2	-	8,8	-	6,8	-	-	-	-	1.608,8	-	-	-	-	-	-	2 920,6	
37	244,4	2,9	132,7	2,7	0,1	-	-	-	857,6	-	-	-	-	-	-	-	1 240,5	4 616,7
38	1 416,3	-	7,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 423,9	
39	542,4	894,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 437,1	
40	504,5	-	10,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	515,2	
41	10,4	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,4	8 663,8
42	1 633,4	542,1	-	-	80,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 256,1	
43	64,8	-	-	-	10,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75,4	
44	1 505,3	177,8	-	-	39,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 722,7	
45	1 159,8	977,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 137,7	
46	417,2	896,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 313,8	
47	210,8	-	78,4	0,2	532,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	821,4	
48	254,1	-	7,1	-	64,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325,4	
49	568,2	-	32,2	-	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	609,8	4 528,2
50	1 455,1	273,1	34,7	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 765,1	
51	19,2	-	2,5	-	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,9	
52	2 090,5	-	41,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 131,5	

Quadro IV.2 - Caracterização da amostra, segundo as medidas implementadas.

Indústria (nº)	Medidas (nº)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	MT14.2f	MT10.3b	MT8.1b	MT9.5d	MT20.2	MT9.3b	-	-	-	-	-	-	-
2	MT9.4e	MT4.5a	MT6.2f	MS1.5a	MT14.2c	MT7.7b	MT5.1	MT9.4c	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	MT5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	MT14	MT17.3d	MT2.1	MT9.4e	MS8.4a	MT14.1a	MT14.1a	MT14.1b	MT17.3d	MT2.1	MT9.4e	MT9.7a	-
6	MT3.1a	MT6.5d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	MT13.2a	MT3.3	MT4.5a	MT14.1b	MS10.2	-	-	-	-	-	-	-	-
8	MT4.3c	MT9.7b	MT14.1a	MT7.4d	MT7.4c	MT7.6c	MT6.1b	MT6.6b	-	-	-	-	-
9	MS1.1a	MT6.6c	MT6.5b	MT14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	MT4.3f	MT14.1b	MT9.6d	MT3.1a	MT6.1a	MT9.4d	MT7.2b	-	-	-	-	-	-
12	MT9.8c	MT10.1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	MT4.3c	MT14.1b	MT6.2c	MT4.5a	MT14.1b	-	-	-	-	-	-	-	-
14	MT9.4a	MT3.1a	MT4.5a	MT7.2b	MT6.2h	MT4.3c	MT7.7a	MT3.3	MT7.5b	MT4.6b	MT4.2a	-	-
15	MT11.1	MT4.3c	MS7.1a	MT6.2d	MT7.7c	MT14.1b	MT7.5c	MT7.6a	MT4.3b	MT10.1a	-	-	-
16	MT17.3b	MT9.4d	MT9.3a	MT4.2b	MT4.5a	MT1.1	MT1.1	MT14.1b	MT16.1a	-	-	-	-
17	MT1.1	MT7.6b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	MT10.1a	MT4.5a	MT2.1	MT2.1	MS8.4c	MT9.2a	MS8.4c	-	-	-	-	-	-
20	MT4.3c	MT4.3e	MT10.1c	MT8.2c	MT3.1a	MT4.3a	MT9.4a	-	-	-	-	-	-
21	MT4.4b	MT4.5a	MT9.4h	MT1.5a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	MT13.1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	MT10.1a	MT6.5g	MS2.1d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	MS2.7a	MS2.1a	MS2.1a	MS2.1a	MS2.1a	MT3.1a	MT4.3e	-	-	-	-	-	-
25	MT4.5a	MT9.2c	MS2.1b	MS2.1c	MT14.1f	MT14.1g	MS1.1b	MT16	-	-	-	-	-
26	MT4.3c	MT7.2c	MT4.5a	MT10.4b	MT10.2a	MS9.2	MT3.1d	MT7.5a	MT9.4f	MT2.2a	-	-	-
27	MT4.5a	MT18.1f	MT18.1g	MT18.1e	MT18.1c	MT18.1d	MT9.2a	-	-	-	-	-	-
28	MT4.3c	MT10.4c	MT4.5a	MT6.4a	MT9.8b	MT10.1a	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

31	MT17.3d	MT10.3c	MS6.9a	MT7.3a	MT6.5d	MT9.2c	MT14.1e	MT10.1a	-	-	-	-	-
32	MT13.1a	MT16.2a	MT6.5a	MT14.2a	MT14.2b	MT14.2d	MT14.2e	MT10.3e	MT4.5b	MT16.1a	-	-	-
33	MT10.1a	MT9.4g	MT8.2a	MT7.1c	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	MT4.5a	MT7.1a	MT9.2a	MT10.1a	MT18.1b	MT19.1a	-	-	-	-	-	-	-
35	MT6.5e	MT9.2a	MT3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	MT4.5a	MT4.1a	MT4.3c	MT4.3c	MT10.1b	-	-	-	-	-	-	-	-
37	MT9.2c	MT4.5a	MT4.3d	MT4.4a	MT3.1a	MT3.1a	MT14.1b	MT14.1d	MT16.1b	-	-	-	-
38	MT9.2a	MT6.1c	MT18.1a	MT4.1a	MT17.3b	-	-	-	-	-	-	-	-
39	MT6.5c	MT6.2f	MT6.5f	MT7.4d	MT4.5a	MT4.3a	MT9.2b	-	-	-	-	-	-
40	MT4.5a	MT4.2b	MT9.5b	MT9.5c	MT14.3a	MT18.2a	MT18.2b	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	MT10.3d	MT18.2c	MT6.4c	MT6.4d	MS6.9b	MT6.2i	MT14.1b	MT9.3d	MT9.3d	MT9.5a	MT20.1	MT9.3c	MT4.5a
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	MT9.7c	MT17.3a	MT4.5a	MT7.4d	MT6.2d	MT3.1a	MT7.2a	MT7.4e	-	-	-	-	-
45	MT4.5b	MT10.1a	MT9.6a	MT9.2c	MT1.2	MS1.1c	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	MT4.3c	MT10.4d	MT6.2e	MT9.4h	MT4.5a	MT7.7e	MT14.1b	MT9.4b	MT9.4b	MT9.4b	MT9.4b	MT9.4b	MT4.3f
48	MT6.2e	MT4.1c	MT7.7e	MT9.6c	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	MT9.2a	MT4.6a	MT3.1a	MT20.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	MT4.5a	MT10.3a	MT9.6b	MT3.1b	MT3.1c	MT8.2b	MT16.1b	MT10.1a	MT15.1	-	-	-	-
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	MT4.3c	MT4.5a	MT10.1a	MT9.4f	MT9.1b	MT3.4	-	-	-	-	-	-	-

Quadro IV.3 - Caracterização das medidas implementadas, segundo o PRI (anos) e a economia de energia (tep)

Indústria (nº)	PRI medidas (anos)													Economia de Energia (tep)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,2	0,3	9,5	2,9	2,5	0,2	-	-	-	-	-	-	-	25,7	44,9	3,2	14,0	40,0	4,0	-	-	-	-	-	-	-
2	1,6	0,4	0,8	1,3	2,4	16,9	0,1	1,1	0,0	-	-	-	-	11,4	9,4	44,1	56,1	18,2	6,7	6,5	82,2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	0,2	2,0	1,1	2,7	0,7	0,2	0,4	0,4	2,0	1,1	2,7	2,3	-	15,1	0,8	3,0	16,4	180,0	112,8	18,8	2,4	13,2	152,0	54,1	45,6	-
6	5,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,7	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0,6	0,8	0,9	1,5	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4	19,4	1,7	7,0	10,6	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0,0	3,2	3,2	0,3	0,6	0,4	3,5	2,6	-	-	-	-	-	7,8	58,8	1,0	36,3	2,5	48,1	106,6	0,4	-	-	-	-	-
9	0,6	0,0	0,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	29,4	5,0	3,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	1,2	1,9	3,6	3,7	4,0	4,7	4,9	-	-	-	-	-	-	3,7	12,9	33,9	4,0	68,1	3,1	45,9	-	-	-	-	-	-
12	2,6	5,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,4	52,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	0,4	0,8	1,3	1,3	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6	32,1	5,1	11,1	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1,2	0,5	0,3	0,3	0,7	0,0	0,4	0,5	1,1	1,0	12,3	-	-	130,2	19,4	100,3	46,6	1,1	6,2	115,1	149,7	80,8	9,2	6,8	-	-
15	1,2	1,8	1,9	2,2	2,2	2,9	3,2	4,0	4,7	5,9	-	-	-	1,6	4,3	0,9	4,8	40,1	0,6	7,1	12,3	0,8	3,5	-	-	-
16	4,0	4,3	0,7	2,6	0,0	4,7	2,1	0,8	0,5	-	-	-	-	9,3	26,7	2,4	65,0	27,9	3,8	6,7	3,4	22,2	-	-	-	-
17	1,3	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69,3	21,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	1,3	0,0	3,0	2,7	1,6	4,4	0,7	-	-	-	-	-	-	33,3	34,5	10,4	11,6	0,3	42,2	1,4	-	-	-	-	-	-
20	0,3	1,8	2,2	3,5	4,8	5,4	5,5	-	-	-	-	-	-	1,9	3,1	2,1	6,0	1,4	13,1	1,5	-	-	-	-	-	-
21	1,2	1,7	2,1	24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	1,7	21,7	11,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	0,8	0,8	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,8	36,3	44,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	0,0	1,9	0,0	0,0	0,3	1,4	0,7	-	-	-	-	-	-	27,2	8,4	56,5	115,3	357,6	12,7	3,3	-	-	-	-	-	-
25	0,5	4,4	0,5	3,2	1,3	1,7	2,9	0,0	-	-	-	-	-	27,4	8,7	61,1	2,3	12,4	1,4	9,2	48,3	-	-	-	-	-
26	1,1	1,2	1,3	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,9	-	-	-	41,0	158,5	45,7	39,9	48,8	147,2	69,7	86,4	60,6	46,3	-	-	-
27	0,0	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	-	-	-	-	-	-	7,0	6,3	4,4	0,2	2,4	4,1	39,9	-	-	-	-	-	-
28	0,0	0,0	0,5	1,7	1,9	3,8	-	-	-	-	-	-	-	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,5	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

31	5,8	1,3	0,2	4,0	0,8	0,8	0,8	1,1	-	-	-	-	-	0,4	1,0	2,9	15,3	3,8	3,9	3,5	8,6	-	-	-	-	-
32	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,7	-	-	-	39,8	7,7	4,6	4,0	20,2	2,5	1,8	4,0	7,4	33,7	-	-	-
33	5,2	5,2	8,3	5,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,7	109,3	16,3	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	0,9	3,2	4,9	5,1	7,9	9,5	-	-	-	-	-	-	-	11,7	9,3	9,5	5,9	5,8	1,5	-	-	-	-	-	-	-
35	0,0	6,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,9	33,3	75,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	0,5	2,9	1,9	1,1	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	23,9	44,1	15,4	24,9	25,9	-	-	-	-	-	-	-	-
37	0,0	0,0	0,0	1,4	1,3	1,3	2,9	1,8	1,4	-	-	-	-	0,4	44,5	1,4	0,5	13,5	10,1	6,1	11,8	2,4	-	-	-	-
38	2,5	4,8	53,3	2,9	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	31,1	20,4	17,0	28,6	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-
39	0,0	2,4	0,7	4,5	0,1	0,0	5,1	-	-	-	-	-	-	8,6	7,3	6,2	2,5	37,9	9,4	3,0	-	-	-	-	-	-
40	0,5	10,3	1,2	1,6	2,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	6,6	3,3	10,1	0,3	6,7	1,9	3,7	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	1,4	0,0	0,8	2,8	0,0	0,0	3,0	3,1	3,2	11,0	0,0	0,0	0,0	14,6	35,5	3,1	11,1	4,0	4,6	2,0	46,9	29,8	1,2	12,0	2,4	29,2
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
44	2,9	1,9	3,8	0,4	6,9	0,3	0,3	6,0	-	-	-	-	-	85,6	2,9	4,7	2,5	2,8	123,3	23,7	6,4	-	-	-	-	-
45	0,7	7,2	7,7	10,3	10,3	22,7	-	-	-	-	-	-	-	12,8	44,1	17,9	0,4	1,9	9,3	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	0,1	0,3	0,4	1,2	1,5	1,8	1,9	3,9	4,3	4,7	5,3	5,5	11,2	5,2	13,5	2,1	2,2	11,2	15,7	0,3	3,8	2,8	7,3	3,6	19,2	0,7
48	1,1	3,0	3,5	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	12,3	2,2	45,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	5,5	0,0	1,8	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,1	17,1	17,1	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	1,6	4,8	2,8	0,9	0,7	0,0	0,7	2,9	1,6	-	-	-	-	1,0	35,1	26,8	11,4	18,8	6,2	8,7	17,3	0,7	-	-	-	-
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	0,5	1,0	1,2	5,9	6,4	7,8	-	-	-	-	-	-	-	10,8	3,2	15,7	14,4	2,2	7,3	-	-	-	-	-	-	-

Quadro IV.4 Caracterização das medidas implementadas, segundo a redução de emissões de tCO₂ eq.

Indústria (nº)	Redução de emissões (tCO ₂ eq)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	69,0	120,5	7,0	30,6	87,4	8,7	-	-	-	-	-	-	-
2	25,0	20,5	142,7	181,5	58,9	21,7	20,1	249,9	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	41,1	1,7	6,6	35,9	393,5	307,3	51,2	6,5	28,9	332,3	118,3	99,7	-
6	56,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	11,9	52,0	3,8	18,9	28,5	-	-	-	-	-	-	-	-
8	17,1	128,5	3,2	117,5	11,3	155,7	308,5	1,2	-	-	-	-	-
9	17,5	95,1	10,9	12,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	8,1	34,5	87,6	8,8	182,9	6,9	126,0	-	-	-	-	-	-
12	11,8	139,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	7,9	70,1	13,6	24,4	12,3	-	-	-	-	-	-	-	-
14	284,7	42,4	219,3	125,1	3,0	13,5	310,6	229,7	216,9	20,1	14,9	-	-
15	4,3	9,5	2,3	12,6	105,7	1,7	15,6	33,1	1,8	7,6	-	-	-
16	20,3	58,4	5,2	142,1	61,0	8,3	14,6	9,1	51,0	-	-	-	-
17	151,5	58,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	72,8	75,4	22,7	25,4	25,4	0,7	92,2	-	-	-	-	-	-
20	4,1	6,9	4,6	13,2	3,0	28,7	3,3	-	-	-	-	-	-
21	8,4	3,8	47,5	25,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	61,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	46,1	97,4	118,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	73,0	22,5	151,6	309,4	959,7	27,8	7,2	-	-	-	-	-	-
25	59,9	19,0	164,0	5,0	33,3	3,8	24,7	122,3	-	-	-	-	-
26	89,6	346,4	99,8	87,2	106,6	259,5	152,3	157,6	132,5	101,3	-	-	-
27	15,3	13,8	9,6	0,4	5,2	9,0	87,2	-	-	-	-	-	-
28	11,3	24,3	19,0	18,0	5,0	12,7	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	0,9	2,2	7,8	41,1	10,2	8,5	9,4	21,9	-	-	-	-	-
32	102,8	16,8	12,3	10,7	54,2	6,7	4,8	10,7	16,2	82,8	-	-	-
33	28,4	238,9	35,6	14,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	25,6	25,0	20,8	12,9	15,6	3,3	-	-	-	-	-	-	-
35	23,8	72,8	165,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	52,2	96,4	33,7	54,4	56,6	-	-	-	-	-	-	-	-
37	0,9	97,3	3,1	1,1	29,5	22,1	13,3	25,8	5,2	-	-	-	-
38	68,0	44,6	37,2	62,5	14,2	-	-	-	-	-	-	-	-
39	23,1	19,6	16,6	6,7	82,8	20,5	6,6	-	-	-	-	-	-
40	14,4	7,2	22,1	0,7	14,6	4,2	8,1						
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	31,9	89,7	9,2	29,8	10,6	12,3	5,4	102,5	65,1	2,6	27,7	5,2	63,9
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	187,1	6,3	10,2	6,7	6,1	269,5	63,6	17,2	-	-	-	-	-
45	28,0	107,7	39,1	0,9	4,2	20,3	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

47	11,4	35,6	5,7	4,8	24,4	34,4	0,9	1,7	1,3	3,3	7,9	41,9	1,5
48	1,9	26,9	4,8	98,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	26,5	37,4	37,4	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	2,2	76,7	58,6	24,9	41,1	13,6	19,8	39,1	2,2	-	-	-	-
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	23,7	7,0	34,3	31,5	4,7	15,3	-	-	-	-	-	-	-

Quadro IV.5 - Caracterização da amostra, segundo as medidas não implementadas.

Indústria (nº)	Medidas (nº)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	MT17.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	MT9.4e	MT6.2f	MT6.2g	MT7.1b	MT15.2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	MT1	MT2	MT9	MT10	MT15	MT16	MT17	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	MT19.2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	MT3.3	MT10.1a	MT7.4f	MT3.1a	MT9.1a	MT4.1b	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	MT10.3a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	MT9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	MT11.2	MT11.1	MT2.2b	MT4.5a	MT7.4b	MT7.4b	MT7.4b	MT7.4a	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	MT10.2b	MT6.1a	MT1.5b	MT3.1a	MT3.1a	MT19.2a	MT9.4e	MS10.3	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	MT19.2b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	MT2.3	MT2.3	MT2.1	MT2.1	MT17.3b	MT18.1a	-	-	-	-	-	-	-
20	MT4.3a	MT7.7d	MT8.2d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	MT14.1b	MT2.1	MT3.1a	MT9.4e	MT3.1a	MT9.8a	MT14.1c	MT10.1a	MT2.1	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	MT17.3c	MT9.1a	MT10.1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	MT2.1	MT9.4a	MT10.4a	MT2.2b	MT10.2b	MT10.1c	MT9.4h	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	MT7.6d	MT7.7c	MT2.1	MT9.4b	MT9.4h	MT1.3	MT1.3	MT6.3a	MT19	MT10.4d	-	-	-
29	MT10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	MT9	MT10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	MT3.2	MT17.3b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	MT9.2a	MT17.3b	MT18.1b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	MS8.4b	MT5.1	MT9.2c	MT18.2c	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	MT1	MT2	MT4	MT8	MT10	-	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	MT1	MT1	MT3	MT5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	MT1	MT9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	MT4.3a	MT6.6a	MT1.1	MT9.4b	MT9.4b	MT9.4b	MT9.4f	MT9.4b	MT10.1c	MT9.4b	MT19	MT9.4b	MT9.4b
48	MT11.2	MT11.1	MT2.2b	MT2.2b	MT2.2b	MT9.6e	MT12.1	MT7.4b	MT7.4b	MT7.4a	MT7.4a	MT4.5a	-
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	MT19.1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	MT9	MT10	MT13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	MT3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quadro IV.6 - Caracterização das medidas não implementadas, segundo o seu PRI (anos) e a economia de energia (tep).

Indústria (nº)	PRI medidas (anos)													Economia de Energia (tep)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	11,2	0,3	3,9	1,2	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	106,8	6,3	45,7	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-
3	4,0	3,0	3,0	6,0	1,0	2,0	5,0	-	-	-	-	-	-	5,1	7,6	6,1	7,6	2,5	3,1	7,6	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	1,9	5,0	5,2	5,9	6,5	11,4	-	-	-	-	-	-	-	8,4	8,5	4,2	2,9	5,2	6,7	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	2,9	3,2	4,0	4,7	5,2	5,5	6,8	7,5		-	-	-	-	3,7	12,9	4,1	395,4	35,9	80,9	27,8	9,4	0,0	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	1,5	2,1	3,4	3,8	4,9	6,1	8,9	9,8	-	-	-	-	-	8,2	58,5	3,1	7,3	7,4	78,3	7,4	1,3	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	6,6	4,3	8,6	9,3	7,3	3,5	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4	0,7	0,6	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	
20	2,8	3,4	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,7	28,7	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21	1,8	2,2	3,4	3,5	3,7	3,9	4,6	5,2	8,7	-	-	-	-	16,9	6,5	4,1	1,5	4,5	10,7	1,6	8,6	33,2	0,0	0,0	0,0	0,0
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	2,3	4,6	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155,5	304,8	507,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
26	1,8	2,3	2,8	2,9	3,8	4,0	4,9	-	-	-	-	-	-	8,5	68,6	3,4	0,0	18,4	66,7	16,8	-	-	-	-	-	
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
28	2,9	3,2	3,7	4,1	4,3	5,4	5,6	5,9	6,3	7,9	-	-	-	3,0	2,5	1,6	4,0	6,4	1,4	1,0	12,3	5,4	8,3	-	-	
29	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	2,1	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	12,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	14,3	6,0	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,1	4,3	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	5,6	6,3	7,1	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87,6	4,6	35,0	42,1	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	0,3	0,2	0,8	0,2	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	4,0	4,0	4,0	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,9	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	3,6	3,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,1	52,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	0,7	0,7	3,4	4,7	4,7	4,7	4,9	4,9	4,9	7,3	7,3	8,0	8,0	3,8	0,1	7,3	18,2	3,4	20,3	4,5	2,8	13,0	1,8	5,4	3,0
48	3,9	4,2	4,3	4,4	4,4	4,6	4,9	6,1	7,0	7,0	7,2	0,5	-	8,2	28,6	16,3	1,3	0,9	61,6	1,5	2,0	1,9	2,0	4,7	2,9
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	30,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	1,6	1,1	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	10,9	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quadro IV.7 - Caracterização das medidas não implementadas, de acordo com a redução de emissões de tCO₂ eq.

Indústria (nº)	Redução de emissões (tCO ₂ eq)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	7,7	345,6	20,4	147,9	36,5	-	-	-	-	-	-	-	-
3	11,1	16,7	13,4	16,7	7,9	6,7	16,7	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	125,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	22,5	21,2	11,3	6,3	11,4	14,6	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	32,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	178,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	8,1	34,5	9,0	599,6	98,0	220,9	76,8	25,8	0,0	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	18,0	98,9	6,8	16,0	16,2	171,1	16,1	2,8	0,0	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	38,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	0,6	0,9	1,5	1,4	2,3	3,3	-	-	-	-	-	-	-
20	12,4	62,6	15,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	37,0	14,3	8,9	3,4	9,9	23,5	3,6	18,8	72,6	0,0	0,0	0,0	0,0
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	5,0	10,1	1.108,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	18,5	149,9	7,4	0,0	40,2	145,8	36,8	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	8,0	6,8	3,5	8,7	14,0	3,1	2,2	21,4	14,3	21,9	-	-	-
29	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	1,0	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	8,4	27,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	17,7	9,5	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	191,5	12,3	76,6	92,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	4,6	0,6	0,4	1,7	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	2,1	2,1	2,1	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	28,7	114,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	8,3	-4,5	16,0	39,8	7,4	44,4	9,9	6,2	28,4	3,9	17,2	6,5	35,1

48	18,0	62,5	35,6	2,7	1,9	134,6	3,3	4,3	4,1	4,4	10,3	6,3	-
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	3,6	2,4	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	15,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO V

Resultado do tratamento estatístico realizado através do software IBM SPSS™ Statistics 20.

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Consumo_energ_anual	39	2126,0541	1813,01681	290,31504

One-Sample Test						
	Test Value = 1624.92					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Consumo_energ_anual	1,726	38	,092	501,13410	-86,5780	1088,8462

Figura V.1 – Resultado obtido da aplicação do teste t de Student.

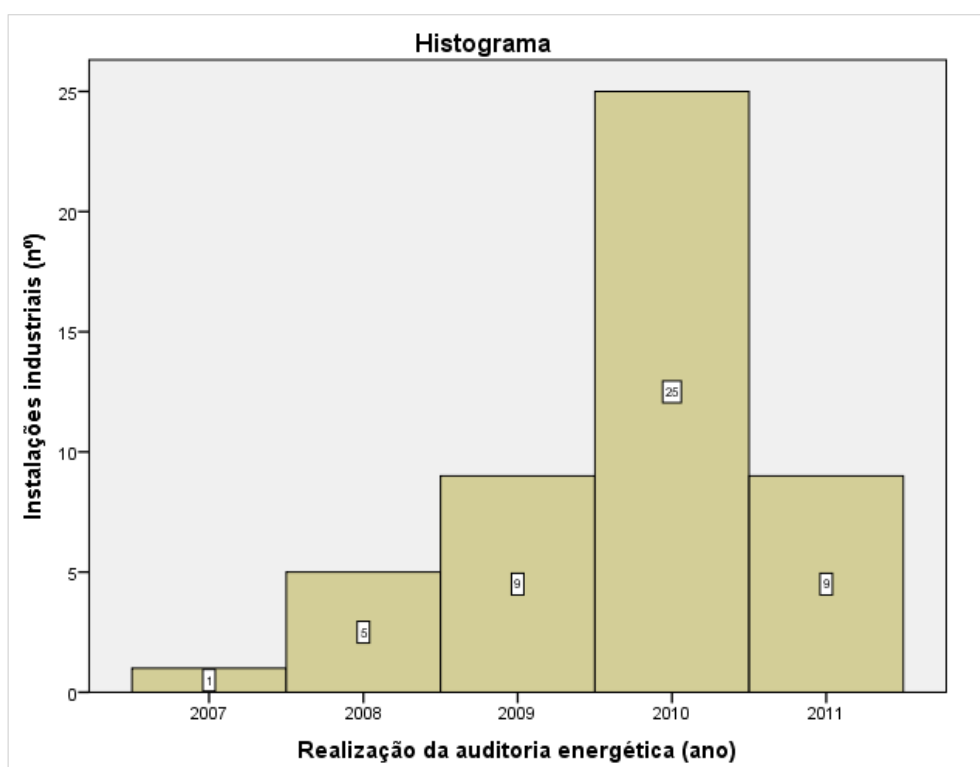


Figura V.2 - Distribuição estatística do ano de realização da auditoria energética, na amostra total.

ANEXO VI

Caso de estudo exemplificativo da análise realizada no âmbito da Aplicação da Reforma Fiscal Ambiental (RFA).

Quadro VI.1 - Caracterização da medida MT4.5a, não implementada pela indústria nº11.

Tipo de indústria	Código	11		
	IEI - abrangida pelo programa SGCIE			
Medida	Código	MT4.5a		
	Redução/reparação das fugas no ar comprimido.			
Investimento inicial	1.027.000,30	€		
Economia energética	218.326,08	€/ano		
Redução energética anual	395,36	tep/ano		
	24,8	%		
	1.838.905,31	kWh/ano		
Consumo energético anual	1.591,64	tep/ano		
	7.403.000,43	kWh/ano		
PRI	4,70	anos		
Fonte de energia	Electricidade			
Imposto ISP aplicável	0,001	€/kWh	Portaria n.º 320-D/2011	
1 tep =	4651,17	kWh	Decreto-Lei nº 17313/2008	

Quadro VI.2 - Cash-flow da dedução em sede de IRC e aplicação da Eco taxa energética, para a medida MT4.5a, não implementada pela indústria nº 11.

Redução Eco Taxa		9 287	€/ano	<i>Poupanças com a implementação da medida</i>										
Aplicação da Eco Taxa		37 385	€/ano	<i>Custos anuais para a instalação industrial, após a medida ser implementada.</i>										
Dedução no IRC		34,1	%											
PRI final		3,10	anos											
		Balanço para o Estado						Balanço para a instalação industrial						
<i>Tempo</i> (anos)	Factor de actualização (i=4%)	Aplicação Eco Taxa (k€)	Dedução no IRC (k€)	Custos Totais (k€)	Receitas totais (k€)	Balanço total (k€)	Saldo anual (k€)	Investimento inicial (k€)	Economia energética (k€/ano)	Aplicação Eco Taxa (k€)	Custos Totais (k€)	Receitas totais (k€)	Balanço total (k€)	Saldo anual (k€)
0	1,00	46,7	349,9	349,9	46,7	-303,2	-303,2	677,1	0	46,7	723,8	0	-723,8	-723,8
1	0,96	36,0	-	0	36,0	36,0	-267,3	0	209,9	36,0	36,0	209,9	174,0	-549,8
2	0,92	34,6	-	0	34,6	34,6	-232,7	0	201,9	34,6	34,6	201,9	167,3	-382,5
3	0,89	33,3	-	0	33,3	33,3	-199,5	0	194,1	33,3	33,3	194,1	160,9	-221,7
4	0,85	32,0	-	0	32,0	32,0	-167,5	0	186,6	32,0	32,0	186,6	154,7	-67,0
5	0,82	30,7	-	0	30,7	30,7	-136,8	0	179,5	30,7	30,7	179,5	148,7	81,4
6	0,79	29,6	-	0	29,6	29,6	-107,3	0	172,6	29,6	29,6	172,6	143,0	224,7
7	0,76	28,4	-	0	28,4	28,4	-78,8	0	165,9	28,4	28,4	165,9	137,5	362,2
8	0,73	27,3	-	0	27,3	27,3	-51,5	0	159,5	27,3	27,3	159,5	132,2	494,5
9	0,70	26,3	-	0	26,3	26,3	-25,3	0	153,4	26,3	26,3	153,4	127,1	621,6
10	0,68	25,3	-	0	25,3	25,3	0,0	0	147,5	25,3	25,3	147,5	122,2	743,8
		349,9	349,9			0,0		677,1	1 770,8				743,8	
Taxa energética aplicável				5,05	€/MWh									